

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ О.В. Гондлях
«__» _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 131 – Галузеве машинобудування

на тему: «Гранулятор з модернізацією екструзійної головки»

Виконав (-ла):
студент (-ка) II курсу, групи ЛП-71мп
Половинка В.О.

Керівник:
Доцент каф. ХПСМ
Нестеров В.Г.

Консультант з розділу модернізація

доцент каф. ХПСМ,
д.т.н., доц. Щербина В.Ю.

Рецензент

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) Половинка В.О. _____

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність – 133 - Галузеве машинобудування

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.В.Гондлях

«___»_____2018 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Половинка Владислав Олегович

1. Тема дисертації «Гранулятор з модернізацією екструзійної головки», науковий керівник дисертації Нестеров Валерій Григорійович, доцент, затверджені наказом по університету від «___»_____20__ р. №_____
2. Термін подання студентом дисертації _____
3. Об'єкт дослідження - механізм запирання в литтєвій машині
4. Вихідні дані: максимальний продуктивність - 1250 кг/год, діаметр черв'яка – 450 мм, кількість зон регулювання - 4, потужність електродвигунів – 207 кВт, габарити машини – 4300x1805x1765мм, маса машини –6800кг
5. Перелік завдань, які потрібно розробити. Пояснювальна записка повинна мати наступний вигляд: зміст, вступ, призначення та галузь застосування виробу який проектується, технічна характеристика базового обладнання, список конструкції базового обладнання, основні частини та принципу дії, літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації, розділ «Автоматична система управління», розділ «Охорона праці та навколишнього середовища». Література, додаток: таблиця «Перелік розглянутих патентів». Розділ «Розрахунки» має включати: розрахунки які підтверджують працездатність та основні геометричні розміри: на міцність, кінематичні та параметричні, теплові, розрахунки, що підтверджують надійність. Розділ «Технологія монтажу та експлуатації»:

технологія збирання складальної одиниці, технологія складання машини, змащення машини та література.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу. Технологічна схема лінії або загальний вигляд обладнання, креслення вузлів обладнання (2-3 листа), креслення модернізованих вузлів (2 листа), схема автоматизації (1 лист), плакати ілюстрацій результатів виконаних розрахунків і програм конструкторського проектування (1-2 листа)

7. Орієнтовний перелік публікацій. Дві теза на VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Модернізація	Щербина В.Ю., доцент каф. ХПСМ		
Монтаж та експлуатація	Борщик С.О., ст. викл. каф. ХПСМ		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Титульні листи. Завдання. Календарний план. Реферати з ключовими словами (українською та іноземною мовами). Перелік позначень, скорочень. Зміст дисертації..		
2	Пояснювальна записка: - вступ - опис базової машини - патентно-літературний огляд - таблиця розглянутих патентів - вибір і обґрунтування модернізації		
	- автоматизація		
	- техніка безпеки		
	- розробка стартап-проекту і оцінкою техніко-економічних показників модернізації,		
	- висновки щодо модернізації,		
3	Розрахунки		
	-кінематичні, параметричні, теплові розрахунки, розрахунки на міцність та інші. -програма та результати розрахунків. -3D модель деталі чи вузла. -візуалізація результатів розрахунків		
4	Технологія монтажу та експлуатації...		
5	Загальний висновок		
	Список посилань		
6	Додатки (специфікації, таблиці, авторські статті, тези, доповіді, заяви на винахід, патенти, та інші досягнення)		
	Графічна частина		
1	Технологічна лінія		
2	Загальний вигляд машини		
3	Складальне креслення вузлів		
4	Складальне креслення вузлів		
5	Модернізації (2). Складальні креслення.		
6	Розрахункова 3D модель		
7	Результати розрахунків		

Студент

В.О. Половинка

Науковий керівник дисертації

В.Г. Нестеров

РЕФЕРАТ

Дисертація виконана на тему «Гранулятор з модернізацією екструзійної головки»

Робота складається з вступу, десяти розділів, висновків, переліку умовних позначень і додатків. Проект містить опис технологічного процесу, в якому приймає участь гранулююча машина.

Метою дисертації є вибір модернізації екструзійної головки з літературних джерел. В даній роботі запропонована модернізація екструзійної головки для підвищення якості матеріалу. Зменшення часу ремонту і налагодження. При розробленні проекту було зроблено патентний пошук. Креслення були зроблені за допомогою програм КОМПАС AnSYS AutoCAD (середовище для розробки AutoLisp).

Результати розрахунків зведені в розрахунково - пояснювальну записку. До складальних креслень додаються специфікації. Наведено список використаної літератури.

ГРАНУЛЯТОР, ЕКСТРУЗІЙНА ГОЛОВКА, ГРАНУЛЮЮЧА ГОЛОВКА
МОДЕРНІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНКИ, ДИСЕРТАЦІЯ.

ABSTRACT

Thesis completed on "Granulator machine with the modernization of the extrusion head»

The work consists of an introduction, ten sections, conclusions, a list of symbols and applications. The project contains a description of the process in which the machine takes part.

The purpose of the dissertation is to choose the modernization of the extrusion head from literary sources. In this work, the modernization of the extrusion head is proposed to improve the quality of the material. Reducing repair time and debugging. During the development of the project, a patent search was made. The drawings were made using the programs COMPASS AnSYS AutoCAD (development environment AutoLisp).

The results of the calculations are summarized in the settlement and explanatory note. Assembly drawings are accompanied by specifications. The list of used literature is given.

GRANULATOR MACHINE, THE EXTRUSION HEAD, GRANULATOR HEAD, MODERNIZATION, CALCULATIONS, THESIS.

РЕФЕРАТ

Диссертация выполнена на тему " Гранулятор с модернизацией
экструзионной головки»

Работа состоит из вступления, десяти разделов, выводов, перечня
условных обозначений и приложений. Проект содержит описание
технологического процесса, в котором принимает участие гранулирующая
машина.

Целью диссертации является выбор модернизации экструзионной головки
из литературных источников. В данной работе предложена модернизация
экструзионной головки с целью повышения качества материала. При разработке
проекта был сделан патентный поиск. Чертежи были сделаны с помощью
программ КОМПАС AnSYS AutoCAD (среда для разработки AutoLisp).

Результаты расчетов сведены в расчетно - пояснительную записку. К
сборочным чертежам прилагаются спецификации. Приведен список
использованной литературы.

ГРАНУЛЮЮЩАЯ МАШИНА, ЭКСТРУЗИОННАЯ ГОЛОВКА,
ГРАНУЛЮЮЩАЯ ГОЛОВКА, МОДЕРНИЗАЦИЯ, РАСЧЕТЫ,
ДИССЕРТАЦИЯ.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ГРАНУЛЯТОРНОЇ МАШИНИ.....	5
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНУЛЮЮЧОЇ МАШИНИ.....	6
3 ОПИС БАЗОВОЇ МАШИНИ.....	8
4 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД, ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ.....	16
4.1 Огляд існуючих конструкцій.....	16
4.2 Обґрунтування обраної модернізації.....	26
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	29
5.1 Повітря робочої зони.....	30
5.2 Виробничий шум.....	32
5.3 Небезпека впливу елементів що рухаються і обертових частин.....	33
5.4 Пожежна безпека.....	33
5.5 Системи, що працюють під тиском.....	34
5.6 Небезпека враження електричним струмом.....	34
5.7 Розрахунок захисного заземлення.....	36
5.8 Інструкція з техніки безпеки.....	38
6 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ГРАНУЛЯТОРА.....	41
6.1 Опис технологічного процесу.....	41
6.2 Постановка задачі атоматизації.....	43
6.3 Побудова схеми автоматизації засобами локальної автоматики.....	46

					ЛП71мп.107243.01-70ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Половинка				Гранулятор з модернізацією екструзійної головки	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Нестеров В.Г.						2	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.								
Затверд.	Гондлях О.В.							

6.3.1	Опис контуру регулювання температури в одній із зон гранулятора.....	46
6.3.2	Опис контуру регулювання температури загрузочної воронки.....	47
6.3.3	Контур регулювання тиску формуючої головки.....	48
6.3.4	Дистанційне управління.....	49
6.3.5	Система сигналізації та захисту.....	49
7	СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	54
7.1	Тема стартапу і її обґрунтування.....	54
7.2	Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту.....	57
7.3	Фактори загроз.....	58
7.4	Ступеневий аналіз конкуренції на ринку	59
7.5	Аналізи конкуренції в галузі за М. Портером	60
7.6	Обґрунтування факторів конкурентоспроможності.....	61
7.7	Визначення базової стратегії конкурентної поведінки.....	64
7.8	Концепція маркетингових комунікацій.....	67
	Висновки.....	68
	Список використаної літератури.....	69
	Додатки	

Вступ

Гума – група композиційних матеріалів, спроможних легко деформуватися під дією невеликих навантажень і відновлювати свою форму після дуже значних деформацій. Гумові суміші являються основним напівфабрикатом, з якого виготовляють гумові вироби. Завдяки особливим корисним властивостям каучуків, асортимент гумових виробів усе ширше використовуються в народному господарстві, зокрема у виробництві автомобільних шин, гумових технічних виробів (від звичайних гумок до фрикційних кілець і гальмівних дисків – обумовлені високим коефіцієнтом тертя), гумового взуття медичних виробів, іграшок та спортивних виробів.

Тема магістерської дисертації: „Гранулятор з модернізацією екструзійної головки”.

Грануляторні машини використовують для видавлювання розплавлених чи пластифікованих гумових сумішей з отриманням напівфабрикатів чи готових виробів, це пояснюється рядом їх переваг перед іншими машинами для переробки гуми, полімерів та інших матеріалів. До таких переваг можна віднести: високу продуктивність, оскільки час взаємодії матеріалу із робочими частинами машини порівняно невеликий; високу якість кінцевого продукту; простоту контролю параметрів процесу; вільний доступ до робочих частин машини.

Метою дисертації є модернізація гранулятора, здійснення розрахунків, які підтверджують працездатність машини, що містять у собі визначення основних розмірів виробу, конструктивний розрахунок, розрахунок елементів апарата на міцність, тепловий розрахунок, а також виконати графічну частину, яка включає необхідні етапи проектування машини: загальний вигляд та основні його вузли. Розробка гумопереробної машини потребує також деяких супутніх розробок, таких як монтаж та експлуатація, стартап, автоматизація та охорона праці.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ГРАНУЛЯТОРНОЇ МАШИНИ

Гранулятор одночерв'ячний призначений для переробки гумових сумішей, в'язкістю не більше 125 одиниць по Муні на основі натурального каучуку і аналогічних їм по реологічних і пластоеластичним властивостям гумових сумішей на основі синтетичних каучуків і їх комбінацій з натуральним каучуком.

Машина застосовується в шинній промисловості для навивки протектора на покришки чи виробництва заготовок для РТИ.

Кліматичне виконання машини УХЧЛ, ГОСТ 15150-69.

Машина може працювати самостійно чи входити в склад технологічних ліній.

Машина призначена для експлуатації в пожежонебезпечних зонах класу П – Па за ПУЕ.

Категорія виробництва „В” за СНіП-II-90-81.

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНУЛЮЮЧОЇ МАШИНИ

Таблиця 2.1- Конструктивні і функціональні параметри гранулятора

Найменування параметра	Значення параметра
1	2
1. Продуктивність при переробці гумових сумішей, кг/год: з в'язкістю по Муні, не більше 55 одиниць з в'язкістю по Муні, не більше 75 одиниць з в'язкістю по Муні, не більше 125 одиниць	820-1250 620-930 400-620
2. Площа поперечного перерізу шприцюючого виробу (заготовки), м ²	0,0005-0,0035
3. Діаметр черв'яка, мм	380-450 ^{-0,15 -0,50}
4. Відношення робочої довжини черв'яка до його діаметру	12
5. Степінь зміни об'єму впадин черв'яку	1,2; 1,7
6. Відстань від основи машини до осі черв'яка	1000±2,8
7. Частота обертання черв'яка, об/с	0,083-0,83
8. Регулювання частоти обертання черв'яка	безступінчасте
9. Регулювання температурного режиму по зонам	автоматичне
10. Кількість зон регулювання	4
11. Максимальна температура води в циркуляційних контурах системи регулювання температури, °K	363
12. Максимальна температура регулювання по зонам в робочому режимі, °K	413
13. Тиск води на вході в станцію регулювання температури, МПа	0,2-0,4

Таблиця 2.1 Продовження

1	2
14. Температура води на вході в станцію регулювання температури, °K	288-298
15. Об'ємні витрати охолоджуючої води м³/с, (м³/год)	0,0022(8)
16. Встановлена потужність, кВт, в тому числі:	245,2
– електродвигунів;	207
– електронагрівачів	38,2
17. Живлення тиристорного агрегату і електродвигунів допоміжних приводів і ланцюгів управління від сітки змінного трьохфазного струму з нульовим приводом:	
– напруга, В	380 ⁺³⁸ ₋₁₉
– частота, Гц	50±0,2
– номінальна напруга головного електродвигуна постійного струму, В	440
18. Габаритні розміри вальців, мм, не більше	
довжина	4300
ширина	1805
висота	1765
19. Маса, кг, не більше	6800

3 ОПИС БАЗОВОЇ МАШИНИ

Загальний вигляд машини на (Рисунку 3.1)

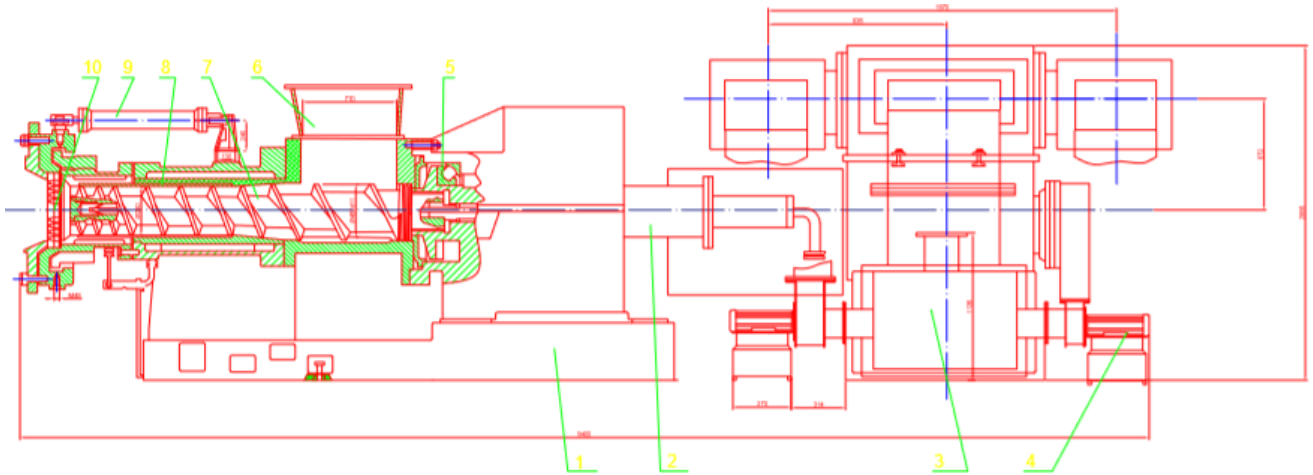


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд МЧГ 380/450

Гранулятор, одночерв'ячний типу, складається з базової машини, прямоточної і профільної головок, черв'яка, засобів електроприводу і теплової автоматики.

Базова машина МЧГ 380/450 складається зі слідуючих основних складальних одиниць: редуктора, вузла упорного підшипника, електродвигуна, корпусу, черв'яка, станини, передньої опори під корпус.

Редуктор складається з чавунного корпусу з кришкою, циліндричних коліс і шестерень, розміщених всередині корпусу.

Вали зубчастих передач встановлені в підшипниках кочення і розташовуються в одній площині по ліній розмикання корпусу і кришки.

Вихідні кінці бистроходного і тихоходного вала проходять скрізь кришки з манжетами які попереджують протікання масла.

Для сприйняття осьових зусиль черв'яка в корпусі редуктора встановлені сферичні роликовопідшипники.

Корпус і кришка редуктора з'єднанні болтами, взаємне положення корпуса і кришки редуктора фіксуються конічними штіфтами.

К редуктору кріпиться корпус якій складається із циліндра переднього і завантажувальної воронки. Циліндр і воронка виконанні сталевими, литими. В циліндр заприсовується коліна гільза. Циліндр передній і завантажувальна воронка, з'єднанні між собою болтами з запобіжними шайбами.

Корпус має блокуючий пристрій, який попереджує запуск електродвигуна, привода машини.

В завантажувальну горловину встановлюється штовхаючий пристрій, яке забезпечує подачу матеріалу до черв'яка.

К корпусу кріпиться головка, Головка являє собою пристрій який виконує фільтрування за допомогою 1-й решітки і сіток формування за допомогою 2-й решітки перероблюємої гумової суміші.

Після цього джгути ріжуться на гранули, з внутрішньої сторони головки перед решіткою розташовані ножі різального пристрою. Гранули які надходять із головки обприскуються каоліновою сумішшю і надходять в охолоджуючий агрегат.

Змазка швидкохідної ступені редуктора і упорного підшипника – вимушена під тиском. Змазка зачеплення тихохідної ступені, зануренням. Для сприйняття осьових зусиль черв'яка служить вузол упорного підшипника.

Машина має черв'як. Нарізка черв'яка права. Черв'як двозахідний з постійним кроком і змінною глибиною нарізки витків. Черв'як має порожнину, в

яку подається теплоносії для теплообміну. Подача і підвід теплоносія здійснюється за допомогою вузла охолодження черв'яка. Черв'як азотується.

Для демонтажу черв'яка машини оснащена з'ємником черв'яка, який встановлюється на місце вузла охолодження черв'яка.

Машина укомплектована прямоочною і профільною головками, які застосовуються в залежності від призначення машини, форми конструкції і розмірів формуючої заготовки.

Кожна із головок має порожнини для нагріву і охолодження.

Прямоочна головка в дорнотримачі має отвори для опудрення тальком внутрішньої поверхні порожнинного виробу. Передбачений підігрів матриці при допомозі електронагрівача для придання шприцуємому виробу товарного вигляду.

До завантажувальної воронки приєднаний бункер, який укомплектований направляючими роликами для забезпечення живлення машини стрічкою.

Автоматичне регулювання температурного режиму по зонам здійснюється за допомогою станції регулювання температур.

Привід машини здійснюється від електродвигуна постійного струму, потужністю 200 кВт, 440 Вт, 1500 об/хв..

В черв'ячній машині гумова суміш через завантажувальну воронку, подається у канал черв'яка. В циліндрі, де обертається черв'як, вставлена зносостійка гільза. Черв'як приводиться у обертання електродвигуном, через редуктор, а осьове зусилля черв'яка сприймається упорним підшипником. Циліндр обігрівається та охолоджується водою. Вся машина змонтована на станині. При обертанні черв'яка гранули матеріалу переміщуються всередині каналів черв'яка у напрямку до профільуючої головки.

В результаті тертя між матеріалом і поверхнями черв'яка та циліндра, а також за рахунок підводу тепла, матеріал в міру свого просування до головки плавника, стискається і перетворюється поступово в розплавлену масу, яка витискається крізь профілюючу головку.

Для переміщення матеріалу вздовж циліндра потрібно, щоб його тертя по поверхні черв'яка було меншим, ніж тертя по стінці корпусу. Якщо не виконати ці вимоги, тоді матеріал може обертатися разом з черв'яком, не пересуваючись в осьовому напрямку. При цьому має велике значення стан поверхні та її температура, від яких залежить коефіцієнт тертя між полімерним матеріалом і металом.

Корпус машини повинен підігріватись, а черв'як охолоджуватись з метою створення різних коефіцієнтів тертя.

В результаті матеріал, який завантажений в машину, буде спочатку пересуватися у вигляді гранул твердого тіла, потім суміші твердого тіла з розплавом (полу розплав) і, нарешті, у вигляді розплаву.

У відповідності з цим довжина черв'яка поділяється на три основні зони переробки, до яких належать: зона живлення, зона стискання і зона дозування.

Зона живлення чи завантаження повинна приймати надходячу сировину, захоплювати його, подавати вперед та попередньо підігрівати.

Добре заповнення каналів черв'яка матеріалом залежить від багатьох факторів: властивостей пластмасової сировини, конструкції вхідного отвору, а також умов праці.

Зона стискання чи перетворення характеризується тим, що в ній відбувається перехід матеріалу з твердого у термопластичний, високов'язкий стан. В каналах черв'яка цієї зони знаходяться як тверді частки матеріалу, так і розплавлені частки. Процеси в цій зоні мало вивчені.

Зона дозування чи видавлювання приймає надходячий з зони стискання пластифікований розплавлений матеріал, гомогенізує його, рівномірно підігріває та при певному тиску рівномірним потоком витискає крізь головку машини.

Головка черв'ячної машини має велике значення в роботі машини.

При відкритому циліндрі, без головки, тиск маси у черв'яку на виході дорівнює нулю. В цьому випадку найбільший тиск маси утворюється перед зоною дозування.

Розподіл тиску в масі та його значення залежить від конструкції дозувальної зони, від значення опору головки, від сорту термопластичного матеріалу та умов переробки.

Для живлення головного електродвигуна використовується агрегат тиристорний ТП4-500/460Н-2 і щит станції управління, встановлені в окремому приміщенні.

Поряд з машиною встановлюється пульт управління, на якому розміщені:

- 1) апарати оперативного управління і сигналізації, прилади контролю роботи головного двигуна;
- 2) апарати управління і сигналізації роботи електродвигунів насосу змазки редуктора і вентиляції обвітрювання головного двигуна.

На машині встановлена кнопка аварійної зупинки головного двигуна.

Апаратура управління головним і допоміжним електроприводами машини встановлена в щиті станції управління.

Регулювання швидкості головного приводного двигуна машини здійснюється зміною випрямленого напруження, яке підводиться до двигуна від тиристорного агрегату. Для підтримання частоти обертання двигуна з необхідною точністю при зміні моменту навантаження на валу двигуна і коливаннях напруження живлячої системи використаний від'ємний зворотній

зв'язок по швидкості. Напруження, пропорційне частоті обертання двигуна, знімається з тахогенератора. Заданий сигнал поступає від резисторного задатчика швидкості, який знаходиться в пульті управління.

Перед відключенням електроприводу машини проводиться вибір режиму з допомогою перемикача. Ввімкнення контактора, який підключає головний двигун до тиристорного перетворювача проводиться з допомогою кнопки КнВ. При цьому включається реле робочого і штовхаючого режимів.

Режим штовхаючого реверса головного привідного двигуна здійснюється зміною полярності обмотки збудження двигуна (ОЗД) з допомогою контактора, перемикача і кнопки.

Запуск двигуна в робочому режимі можливий, коли задатчик швидкості знаходиться в “нульовому” (початковому) положенні, фіксуємо му з допомогою контактів кінцевого вимикача в ланцюгу реле робочого режиму.

При регулюванні швидкості електродвигуна від 150 до 1500 об/хв., величина вставки резистора $R=2,6$ Ом, при регулюванні швидкості від 150 до 1570 об/хв., $R=3,8$ Ом.

Схема електроприводу передбачає наступні види захистів і блокувань:

- максимальний струмовий захист головного двигуна в агрегаті тиристорному;
- від розриву ланцюга збудження двигуна;
- від коротких замикань ланцюгу управління і двигуни допоміжних механізмів захищені електромагнітними розщеплювачами відповідних автоматичних вимикачів;

- від перенавантажень двигуни допоміжних механізмів захищені тепловими реле пускачів;
- від роботи головного електродвигуна без вентиляції;
- від роботи редуктора головного двигуна без змащування;
- від роботи головного двигуна при знятому з завантажувальної воронки бункера

Вимкнення головного приводу проводиться кнопкою з пульта управління.

Теплова автоматика

Система автоматичного регулювання температури складається із об'єкту регулювання температури, станції регулювання температури, щита автоматики, щита силового.

Об'єкт регулювання температури – машина черв'ячна холодного живлення – розділений на 4 температурні зони:

- 1) головка;
- 2) черв'як;
- 3) I зона;
- 4) II зона корпусу.

Завантажувальна воронка і живлячий ролик охолоджуються холодною водою від магістралі. Управління подачею води ведеться вручну за допомогою вентилів.

Кожна зона, крім завантажувальної воронки і живлячого ролика, має замкнутий, незалежний контур циркуляції теплоносія.

Нагрів машини здійснюється гарячою водою, а охолодження – шляхом викиду гарячої води з контуру і підсосом холодної.

Циркуляція теплоносія в кожному із контурів забезпечується насосами.

Контроль і регулювання температури циркулюючої води здійснюється електричними регуляторами температури, працюючими комплектно з термоперетворювачами опору.

Контроль регулювання температури корпусу, головки і черв'яка здійснюється автоматичними потенціометрами, працюючими комплектно з перетворювачами термоелектричними.

Для нагріву води в бачках станції регулювання температури використані електронагрівача трубчасті.

Манометри призначені для контролю тиску охолоджуючої води в циркуляційних контурах і в колекторі подачі води.

Для сигналізації зміни тиску охолоджуючої води в системі та інструментального повітря в щиті автоматики встановлені реле тиску.

Насоси, бачки, вентилі, клапани, крани, манометри, а також трубопровідна арматура, яка входить в контури циркуляції зон і загальний колектор, встановлені на станції регулювання температури.

Прилади і апарати, забезпечуючи тепловий режим машини черв'ячної холодного живлення, встановлені на щиті автоматики і силовому щиті.

4 ЛІТЕРАТУРНО ПАТЕНТНИЙ ПОШУК

В промисловості виготовлення гумових виробів широко використовується гранулюючі машини [4]. Такі машини бувають як гарячої так і холодної грануляції. Використовуються в будівельній, фармакологічній, сільськогосподарській промисловості [2,5]. Під час експлуатації мають такі недоліки як, гранули різних розмірів, не якісний гранулят за рахунок екструзійних і гранулюючих головок. Одним із плюсів можна назвати, продуктивність і швидкість грануляції [5].

Метою дисертації було усунення недоліків гранулюючої машини і її вдосконалення. Для чого було проведено літературно патентний пошук.

4.1 Огляд існуючих конструкцій

1) Авторське свідоцтво СРСР №856824 (1979)

кл. В 29 В1/02

Автор: Е.І. Азардович

Гранулююча головка

Головка даного типу має основний недолік, коли розігріта маса термопластичного матеріалу надходить по каналах корпусу відразу в отвори решітки, тоді відбувається застигання термопластичного матеріалу в отворах решітки та знижується якість гранулювання. Що тягне за собою не якісний виріб на кінцевій стадії[18].

Одним із рішень є встановити додатковий обігрів для гранулята, і підвищити час експлуатації решітки. Цього можна досягти, якщо в гранулюючій голівці, де є корпус з каналами для подачі розігрітої маси матеріалу, а також

закріплену на корпусі знімну решітку, звернену одним торцем до каналів корпусу, решітка виконана з кільцевою камерою, розташованою на торці, зверненому до каналів корпусу. Для підвищення зносостійкості решітки її торець з боку виходу отворів виконаний з кільцевою проточкою, заповненої твердим сплавом.

У результаті цього розплав надходить в отвори формується в нескінченні стрижні, які на виході з отворів охолоджуються водою і ріжуться ножами. При цьому завдяки тому, що кільцева проточка гранулюючої решітки 2 заповнена твердим сплавом 3, значно підвищується зносостійкість її торця (сама швидкозношувана поверхня головки) і відповідно термін служби головки.

Таким чином, пропонована гранулююча головка має просту конструкцію і забезпечує надійну роботу гранулятора за рахунок виключення застигання формуючої маси в отворах решітки.

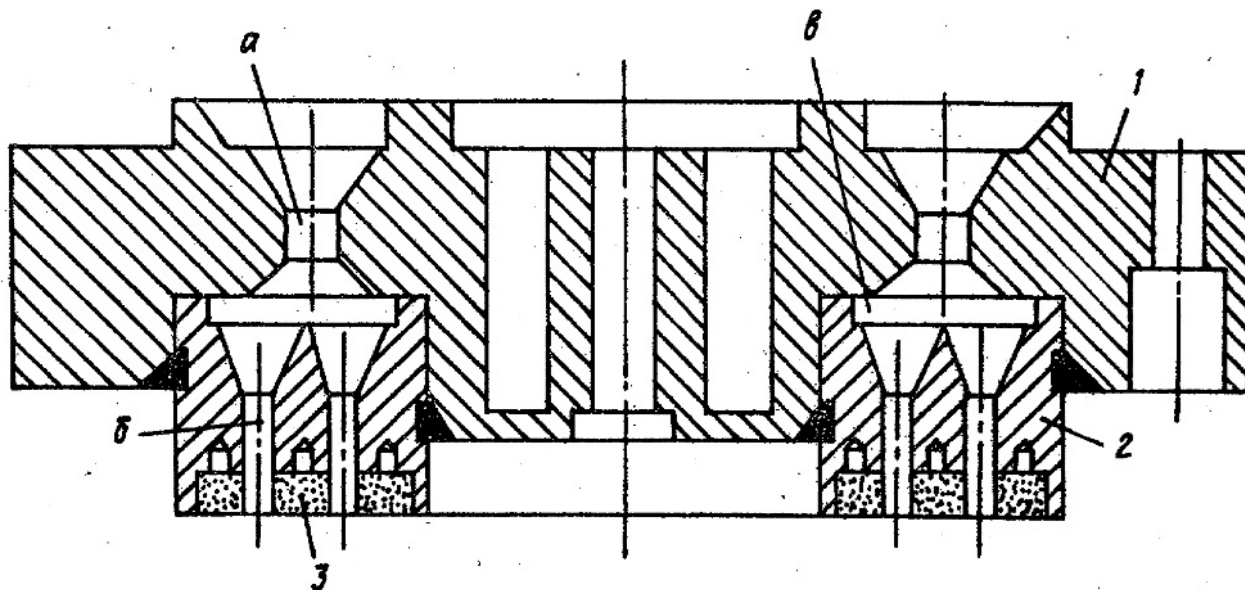


Рисунок 4.1 – Головка а.с. №85682

2) Авторське свідоцтво СРСР №447290 (1972)

кл. В 29 В1/02

Автори: Ю.А. Жданов

Ф.С. Бєх

Ю.Ф. Вітвіцький

Гранулююча головка

Даний вид гранулюючих головок, має великий недолік у вигляді решітки, яка має неефективний обігрів центру решітки.

Для уникнення цього недоліку було виконано вхідні і вихідні канали решітки рознесені по осі головки, які з'єднують їх колектори, що виконані кільцевими, а внутрішні колектори повідомлені між собою через центральну порожнину решітки[19].

Розташування радіальних вхідних і вихідних каналів в різних площинах, перпендикулярних до осі головки, створює умови для рівномірного розігріву решітки, а з'єднання внутрішніх колекторів через порожнину торпеди забезпечує її швидкий розігрів.

Таким чином розподіл тепла по гранулюючій решітці проходить рівномірно, що значно покращує якість гранулята.

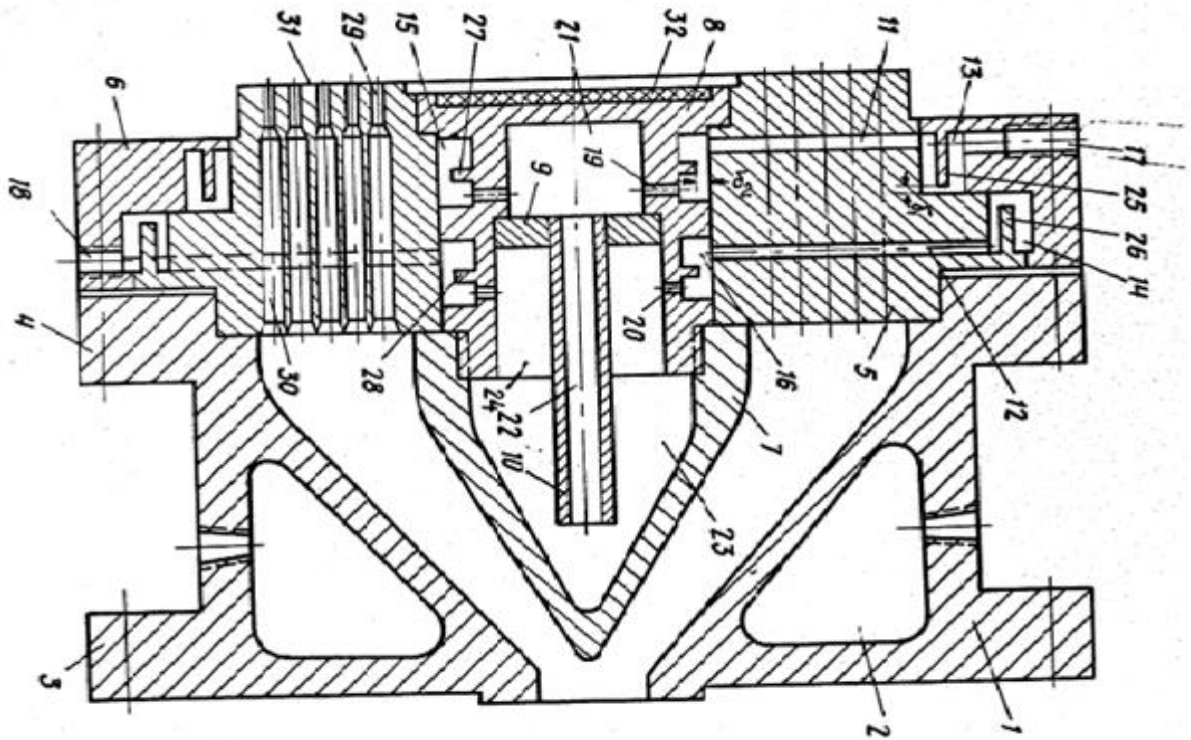


Рисунок 4.2 – Головка а.с. №447290

3) Авторське свідоцтво Російська Федерація №99112148 (1999)

кл. В 30 В11/22

Автори: Ньюшков Н.В.

Трусов Н.А.

Власов В.Н.

Формуюча головка шнекового прес-гранулятора

Для вдосконалення головка було проведено такі технічні зміни, що матриця на корпусі встановлена з можливістю переміщення відносно вала та виконана з центральним технологічним отвором з діаметром, менши за діаметр торця шнекового пресуючого вала, а внутрішня поверхня матриці, контактуюча

з торцем пресуючого шнекового вала, виконана конічною з розширенням в сторону центрального технологічного отвору, причому філь'єри розташовані за межами кола контакту дотику шнекового пресуючого валу з конічною поверхнею матриці. Також пресуючий вал забезпечений жорстко закріплений на торці контактуючою шайбою. Філь'єра виконана відкритою в сторону центрального отвору[20].

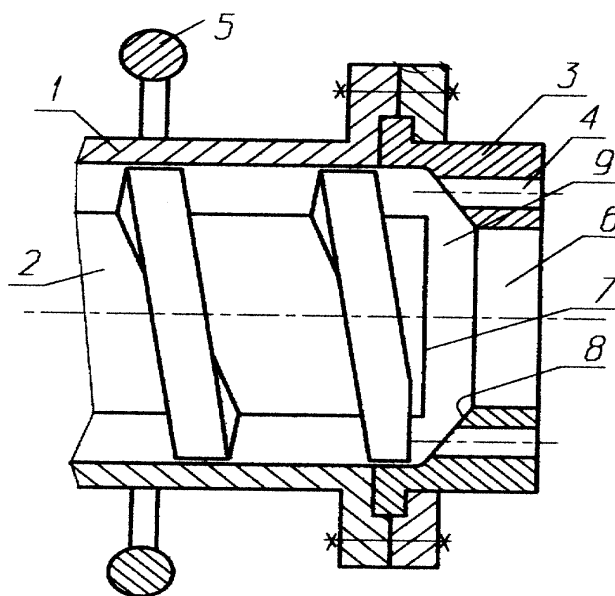


Рисунок 4.3 – Головка а.с. №99112148

4) Авторське свідоцтво Російська Федерація №2007137315 (2007)

кл. В 30 В11/22

Автори: Ньюшков Н.В.

Трусов Н.А.

Власов В.Н.

Головка з ножом для термопластичних матеріалів

Недоліком даного гранулятора є те, що філь'єрна решітка при досягненні номінального тиску пресування маси відчуває значні осьові навантаження, що знижує термін її служби, знижує продуктивність і збільшує енерговитрати. У зоні підвищеного тертя екструзійної маси об поверхню корпусу відбувається його інтенсивний знос, що зменшує термін служби гранулятора[21].

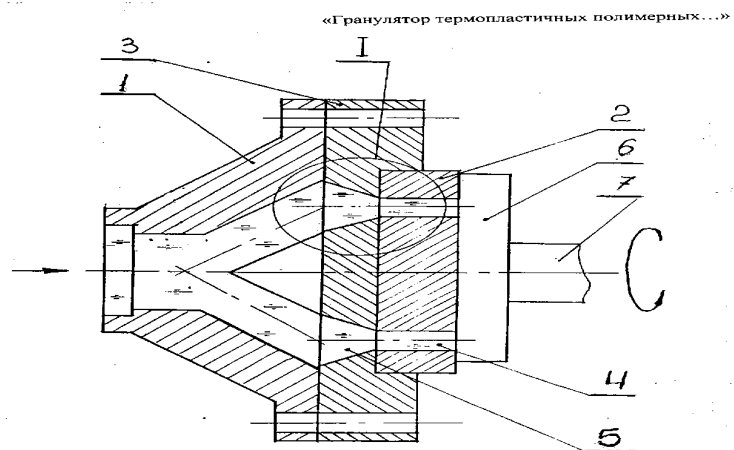
Завданням запропонованого технічного рішення є спрощення конструкції, збільшення продуктивності гранулятора, його надійності і довговічності.

Технічний результат полягає в зниженні осьових зусиль сприймаються філь'єрною решіткою.

Конічність конічного отвору опорного корпусу складає $67-90^{\circ}$ залежно від гранульованого матеріалу.

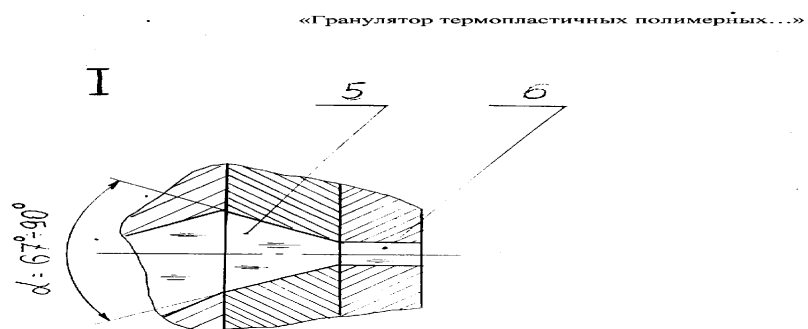
Дана конструкція дозволить спростити конструкцію, збільшити продуктивність гранулятора, його надійність і довговічність.

Використання пропонованого гранулятора термопластичних полімерних матеріалів дозволить в порівнянні з прототипом спростити конструкцію, збільшити продуктивність гранулятора, його надійність і довговічність, зменшити осьові зусилля і підвищити опір пульсації цих зусиль.



Фиг. 1

Рисунок 4.4 – Головка а.с. №2007137315



Фиг. 2

Рисунок 4.5 – Головка а.с. №2007137315

5) Авторське свідоцтво UA 82157

B29C 47/14

Дата публікації: 25.07.2013

Автори: Сівецький В.І.

Сокольський О.Л.

Рослов О.В.

Головка екструзійна

Одним із плюсів даної конструкції є те, що матриця з'єднана з корпусом за допомогою принаймні одного пружного та принаймні одного демпфуючого елементів з можливістю зворотно-поступального руху[22].

Недоліком відомих конструкцій є те, що в разі виникнення пульсацій або вискоеластичної турбуленції розплаву в екструдованих виробках виникають дефекти поверхні (так звана "акуляча шкіра" та ін.), наявність яких псує зовнішній вигляд виробів та підвищує ймовірність браку.

Кільцева екструзійна головка містить корпус, матрицю та дорн, встановлений на дорнотримачі, утворюючи канал для протікання розплаву, яка відрізняється тим, що матриця з'єднана з корпусом за допомогою принаймні одного пружного та принаймні одного демпфуючого елементів з можливістю зворотно-поступального руху.

протікання розплаву, яка відрізняється тим, що дорнотримач виконаний з двох частин з можливістю зворотно-поступального руху однієї частини відносно іншої, матриця і вихідна частина дорну закріплені на рухомій частині дорнотримача таким чином, що довжина каналу має можливість змінюватись.

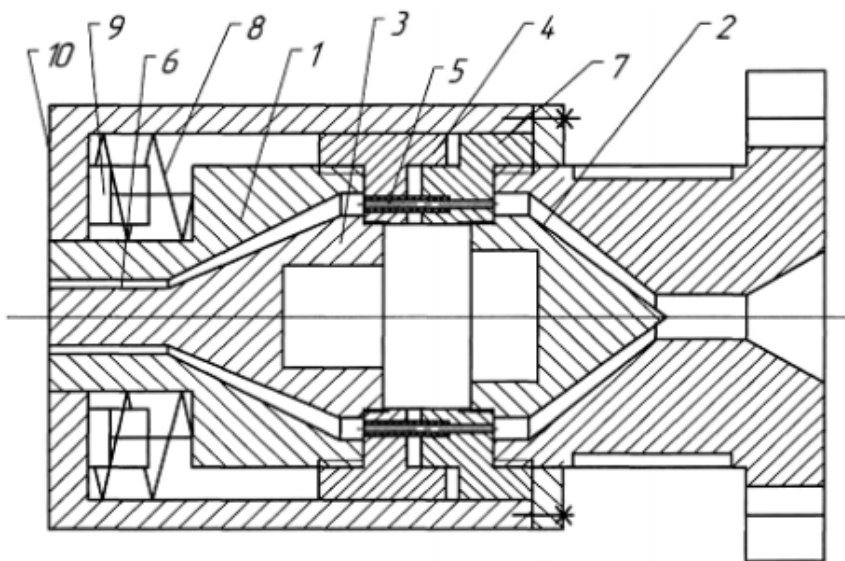


Рисунок 4.7 – Головка а.с. №82205

4.1 Обґрунтування обраної модернізації

По закінченню літературно патентного пошуку я зупинився на двох модернізаціях.

1) Данна корисна модель належить до екструзійного обладнання для перероблення термопластичних матеріалів, у тому числі й композиційних, і може бути використана для одержання гранул з метою їх подальшого перероблення у різноманітну продукцію[25].

Недолік цієї конструкції – можливість небажаного зниження температури розплаву термопласту під час його руху в каналах, що може призвести до

передчасного тверднення розплаву в каналах, а отже й порушення процесу гранулювання.

В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалити екструзійну гранулювальну головку для термопластів, у якій її нове конструктивне виконання забезпечує спрощення конструкції та експлуатації головки, а також стабільну течію розплаву термопласти у втулках, а отже і високу якість екструдату.

Поставлена задача вирішується тим, що в екструзійній гранулювальній головці для термопластів, що містить корпус з виконаними паралельно його поздовжній осі каналами, всередині кожного з яких розташовано втулку, один торець якої зафіксовано буртиком каналу корпусу, а другий – знімним упором, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що втулки розташовано в каналах з радіальним зазором, а упор виконано спільним для всіх каналів у вигляді різальної пластини з отворами навпроти каналів.

Розташування втулок у каналах з радіальним зазором забезпечує наявність в ньому прошарку повітря, яке має низький коефіцієнт теплопровідності, а отже виконує роль ефективного теплоізолятора втулок, які при цьому можна виконувати з традиційної для головок сталі, що гарантує стабільну течію розплаву крізь втулки. Виконання ж упора спільним для всіх каналів у вигляді різальної пластини з отворами навпроти каналів істотно спрощує обслуговування й ремонт головки, адже заміна різальної пластини, а не корпусу в цілому більш доцільна під час експлуатації головки. Крім того, в разі від'єднання різальної пластини від корпусу забезпечується одночасний доступ до всіх каналів із зовнішнього боку головки.

Пропонована корисна модель поліпшує температурний режим течії термопласту в каналах екструзійної головки, що поліпшує якість одержуваного

екструдату (гранул під час гарячої грануляції або стренг під час холодної грануляції)

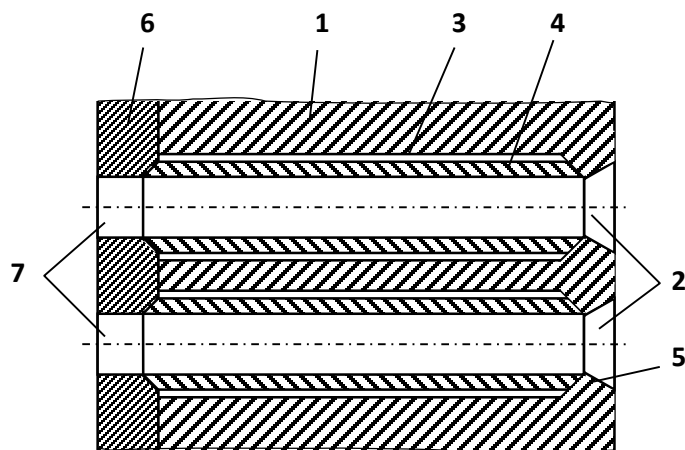


Рисунок 4.8 – Схема каналів головки

2) Для того щоб гранули були одного розміру, було вибрано даний патент.

Авторське свідоцтво Російська Федерація № SU 1256971

Автори: Гюнтер Мікліш

Гранулююча головка

Гранулююча головка, містить гранулюючу решітку і піджати до неї встановлені на осі кочення подпружиненні тримачі з ножами, які відрізняються тим, що з цілю забезпечення зручності обслуговування, зменшення часу простою, і підвищення якості гранулята, кожен тримач 4 забезпечен встановленими паралельно ножу 11 і перпендикулярно до осі 3 кочення циліндричним штифтом 10 і закріпленим к тримачу 4 регулюючих гвинтів 9 монтажной плити 8 з виточкою в якій закріплен ніж 11.

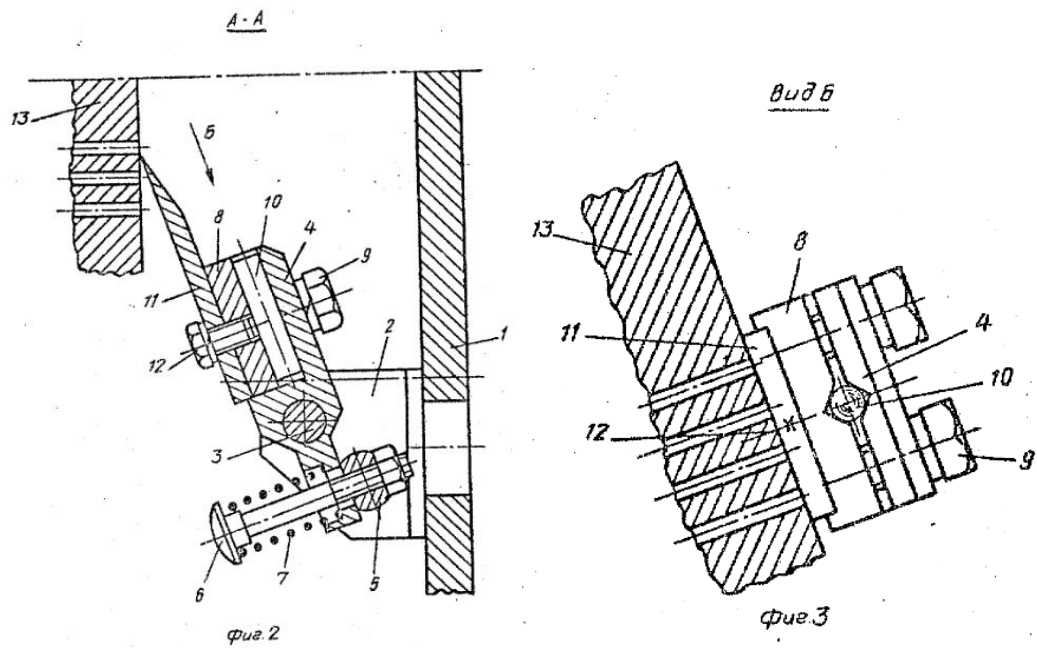


Рисунок 4.9 – Головка а.с. №1256971

За рахунок такого конструктивного моделювання, значно зменшується час наладки і полегшується наладка. Достатньо просто замінити ножі і не потребується робити наладку для кожної групи ножів[24].

Зменшується час простоя, забезпечується зручність заміни ножів.

ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Закон про охорону праці в Україні був прийнятий 15 жовтня 1992 року.

Цей законодавчий акт поширюється на підприємства усіх форм власності і всіх працюючих громадян країни.

Закон України про охорону праці встановлює пріоритет життя і здоров'я працюючих, комплексне рішення програми праці, соціальний захист працівників потерпілих у результаті нещасного випадку.

Законом установлюються нормативні документи, вимоги яких відповідають міжнародним нормам і правилам.

Поліпшення умов праці, підвищення його безпеки впливають на результати виробництва, на продуктивність праці, якість і собівартість продукції, що випускається.

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників:

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами роботи на ЧП є:

- параметри повітря робочої зони (виділення в повітря шкідливих речовин, що утворюються в процесі роботи);
- виробничий шум, створюваний електродвигунами, вентиляторами;
- вплив елементів машини що рухаються й обертаються (деталей електродвигунів, редукторів, черв'яків, ланцюгів);
- враження електричним струмом (електромережа живлення установки);
- можливість виникнення пожежі;
- виробниче освітлення;
- наявність трубопроводів під тиском;
- наявність елементів устаткування, нагрітих до високих температур.

5.1 Повітря робочої зони

Робота оператора на установці – це важка фізична праця, тому що машина працює в умовах шуму, шкідливих випарів і температур, тому енергозатрати оператора складають більш ніж 275 ккал.

Оптимальні і фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні приведені в таблиці 6.1, а виділення шкідливих речовин у робочу зону в таблиці 6.2.

Таблиця 5.1

Пора року	Категорія робіт	Відносна вологість, %			
		Фактичн а	Оптималь на	Оптималь на	Фактична
Холодний та перехідний періоди року	Середньої важкості	21-24	40-60	0,2	0.1-0.12
Теплий період року	Середньої важкості	26-30	40-60	0.1-0.3	0.15-0.2

Фактична температура повітря у теплий період року перевищує оптимальну, тому необхідно встановити кондиціонери для охолодження повітря.

Таблиця 5.2

Речовина	Концентрація	
	Допустима, мг/м ³	Фактична, мг/м ³
Етилен	10	8
СО	20	16
СО ₂	0.03	0.01-0.02
PbO и CoO	0.01	0.005-0.009
Формальдегіди	5	3

Параметри повітря робочої зони і видалення шкідливих речовин полімерів, що виділяються при переробці, і їхня нейтралізація повинні забезпечуватися виробником за допомогою відповідних пристроїв і засобів, що передбачаються при проектуванні виробничих приміщень.

При цьому ефективність пристроїв така, щоб масова концентрація шкідливих речовин і запиленість повітря в зоні обслуговування не перевищувала санітарних норм, встановлених ГОСТ 12.1.005-88 і

СНіП 2 04.05-84 для вентиляції.

Для загального обмінну вентиляцією застосовується механічна приточно-втяжна вентиляція.

Небезпека впливу елементів устаткування, нагрітих до високих температур

Небезпечними елементами литьової машини є поверхні корпусу і пресформи, температура яких може досягати 200⁰С.

Наслідком дотику до нагрітих поверхонь можуть стати різноманітні травми та опіки. Щоб уникнути травм нагріті елементи лінії закриваються спеціальними кожухами і маркіруються попереджувачими знаками про наявність високої температури. Попереджувачі знаки ставляться на поверхні, температура яких перевищує 45⁰С, що відповідає СН 245-71.

5.2 Виробничий шум

Основними джерелами шуму є електродвигуни, редуктори, ланцюгові передачі.

Рівень звукового тиску в октавних смугах частот, рівень звуку й еквівалентні рівні звуку для постійних робочих місць при працюючій лінії повинні не перевищувати допустимих норм, установлених за ДСН 3.3.6.037-99.

Рівень шуму на робочому місці знаходиться у припустимих межах, тому що рівень шуму створюваний вентиляторами й електроустаткуванням складає 110дБА.

Шуми, створювані устаткуванням, переважно знаходяться в діапазоні 250-2000Гц.

Зменшення механічного шуму в машині для лиття під тиском можна досягти з допомогою:

- примусового змащування поверхонь тертя, $\Delta P=4$ дБА;

- балансування обертових елементів, $P=6$ дБа;
- ущільнюючих матеріалів і пружних вставок у з'єднання, і передачу при цьому коливачь від однієї деталі до іншої, $P=5$ дБа;
- своєчасне усунення несправності, $\Delta P=3$ дБа.
- Фактичний рівень 75 дБа

Величина загальної технічної вібрації на постійних робочих місцях при працюючій машині не перевищує норм установлених за ДСНЗ.36.037-99.

5.3 Небезпека впливу елементів що рухаються і обертових частин

Рухливими частинами литьової машини є: муфти, ротори електродвигуни.

В запобіганні нещасливих випадків всі обертові і частини, що

рухаються, закриті суцільним чи сітчастим огородженням. Розміри сторін осередків сітчастого огородження не більш 10 мм.

Експлуатувати лінію зі знятими огородженнями забороняється. Також забороняється проводити ремонт і налагодження вузлів лінії під час її роботи.

5.4 Пожежна безпека

Температура запалення полістиролу, що переробляється, складає порядку 300-350⁰С. Категорія приміщення ОНП24-86-В, клас зони обладнання (ПУЄ)-П-ІІа.

Для гасіння невеликих ділянок загоряння при відключеному електроустаткуванні застосовують вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (2 шт.) і пінні вогнегасники ОХП-10 (1 шт.). Для гасіння включених електромереж застосовують порошкові вогнегасники ОП-10 (1 шт.).

Ширина прорізу двері евакуиходу – 2 метри. Кількість виходів – не менш двох. Двері відкриваються назовні (СНіП 2.09.02-85).

5.5 Системи, що працюють під тиском

В литьовій машині присутні трубопроводи, по яких транспортується охолодна чи рідина повітря під тиском 0,4-0,6 МПа. Також величезний тиск створюється в корпусі. При досягненні тиском критичного значення на пульті керування загоряється сигнальна лампа, а також спрацьовує звукова сигналізація.

Відповідно до ГОСТ 14201-79 установлена пізнавальне фарбування трубопроводів: вода – зелений; повітря – синій; пальні рідини (олії) – коричневий.

5.6 Небезпека враження електричним струмом

Червячний прес відноситься до категорії підвищеної небезпеки. Для машини використовується трифазна напруга 380В з частотою 50Гц з ізолюваною нейтраллю.

Основними мірами захисту є:

1. Забезпечення неприступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою (розташування їх на недоступній висоті), для випадкового дотику, $H=3\text{м}$.

2. Використання щитків, спеціальних знаків небезпеки, що попереджають людини про наявність високої температури, можливості поразки електричним струмом і т.д.(кожної з небезпеки відповідає свій попереджувачий знак).

3. Організація безпечної експлуатації електроустаткування, перед роботою установку перевіряють фахівці, вона проходить спробну експлуатацію.

4. Усунення небезпеки з появою напруг на корпусах, кожухах і інших частинах електроустаткування, що досягається використанням захисного заземлення, подвійної ізоляції.

У зв'язку з тим що на ділянці встановлюється трифазна чотирьох провідна мережа з напругою 380/220В, використовується захисне заземлення.

Для трьохпроводної мережі з ізолюваної нейтраллю при нормальному режимі роботи у випадку дотику до однієї фази струм через людину дорівнює, відповідно до ГОСТ 12.1.038-82:

Як величину довгострокового припустимого струму при нормальних умовах приймаємо силу струму рівну 0,01А.

Допустиму величину напруги дотику знаходимо як добуток припустимої сили струму на опір людини:

$$U_{\text{д}} = I_r \cdot R_r$$

Для тривалого перебування під напругою $U_{\text{д}} = 0,01 \cdot 1200 = 12\text{В}$.

Для короткочасного перебування під напругою $U_{\text{д}} = 0,065 \cdot 1200 = 71\text{В}$.

З метою запобігання травм, рекомендується застосовувати наступні запобіжні заходи:

- рубильник включення устаткування помістити в спеціальні шафи;
- передбачити спеціальне відключення електродвигунів, вентиляторів, нагрівачів у випадку влучення людини під напругу;

Заземлення установки виконати відповідно до ГОСТ 12.1.030-81. Біля затисків заземлення нанести незмивною фарбою знаки "земля" за ГОСТ 124.026-76.

Електрична міцність ізоляції перевіряється на іспитову напругу 200В частотою 50Гц у плинні однієї хвилини. Опір ізоляції не менш 0,5 МОм. Електрична апаратура встановлена усередині робітників приміщень має ступінь захисту IP-54 ГОСТ 14254-80.

Ступінь захисту електричної апаратури усередині приміщень контролюється за ГОСТ 14254-80.

В аварійному режимі захисне заземлення з $R_3 = 2.7 \text{ Ом}$, що відповідає ГОСТ 21.1.030-81

5.7 Розрахунок захисного заземлення

Живляча напруга 380В, частота 50Гц. Допускається заземлення з опором, згідно даним ПУЭ $R_d = 4 \text{ Ом}$.

При пристрої штучних заземлень, їхній опір повинний бути дорівнює чи менше припустимого: $R_H \leq R_d = 40 \text{ Ом}$

Розрахункові геометричні розміри опору заземлення зі сталевих стрижнів діаметром $D = 0.014 \text{ м}$, приймаємо рівним питомому опору ґрунту $R_{гр} = 20 \text{ Ом}$.

Опір розтіканню струму з одного вертикального електрода:

$$R_1 = \frac{R_{ep}}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot L}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) ;$$

де t-відстань від центра електрода до поверхні землі,

$t \geq 2\text{м}$ при $L=3\text{м}$, приймаємо $t=2.5\text{м}$

$$R_1 = \frac{20}{2 \cdot 3.14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0.014} + 0.5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2.5 + 3}{4 \cdot 2.5 - 3} \right) = 6.73 \text{Ом} ;$$

Опір одного електрода більше припустимого, тому включаємо паралельно кілька вертикальних електродів. Їхня кількість визначаємо по формулі:

$$n = \frac{R_1}{\eta \cdot R_{\phi}} = \frac{6.73}{0.7 \cdot 4} = 2.4 ;$$

Де η --коефіцієнт взаємного екранування , $\eta=0.7$

З'єднання вертикальних електродів будемо виконувати металевою смужкою перетином 4*40 мм.

Довжина смуги:

$$L_n = a \cdot (n - 1) = 1 \cdot (3 - 1) = 2\text{м}$$

де a- відстань між електродами, приймаємо $a=1\text{ м}$

Опір розтіканню струму сполучної смуги:

$$R_n = \frac{R_{ep}}{2 \cdot \pi \cdot L_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot t} \cdot \eta_n ;$$

де b і t-ширина і товщина смуги, приймаємо $b=0.004\text{м}$, $t=0.04\text{м}$

η_n - коефіцієнт використання смуги, приймаємо $\eta_n=0.7$

Тоді:

$$R_n = \frac{20}{2 \cdot 3.14 \cdot 2} \cdot \ln \frac{2 \cdot 3^2}{0.004 \cdot 0.04 \cdot 0.7} = 17.9 \text{ Ом} ;$$

Еквівалентний опір заземлення буде дорівнює:

$$R_9 = \frac{R_1 \cdot R_n}{R_1 + R_n \cdot \eta_n \cdot n} = \frac{6.73 \cdot 17.9}{6.73 + 17.9 \cdot 0.7 \cdot 3} = 2.7 \text{ Ом} ;$$

5.8 Інструкція з техніки безпеки

До обслуговування литьової машини допускаються люди, що пройшли спеціальне навчання – інструктаж з техніки безпеки.

Персонал, що обслуговує литьову машину, проходить інструктаж з техніки безпеки вступний - при надходженні на роботу, первинний – на робочому місці, повторний – не рідше двох разів у рік.

Перед початком роботи робітник зобов'язаний:

- перевірити справність усіх механізмів;
- переконатися в наявності тиску у всіх трубопроводах і змащення у всій системі;
- переконатися в справності контрольно-вимірювальних приладів;
- переконатися в чистоті робочого місця;
- переконатися в справності водяної комунікації (шляхом огляду) і вентиляції (включенням);

- переконатися в наявності заземлення;

Відкриті обертові вали, муфти, ланцюги приводів повинні бути обгороджені спеціальними пристроями і кожухами. Експлуатувати агрегати зі знятими кожухами строго заборонено.

Забороняється робити налагодження і ремонт лінії, що працює в автоматичному режимі.

Робота машини допускається при наявності в цеху проточно-витяжної вентиляції, установлюваної по місцеві.

У схемі керування пуском агрегату передбачена передпускова, попереджувальна сигналізація – світлова і звукова, з'єднані з пусковим пристроєм і попередні пуску.

Для безпечної роботи на лінії передбачений ряд блокувань: робота електродвигуна привода черв'ячної машини і його пуск можливі тільки при наявності тиску в системі змащення агрегату, а також при наявності матеріалу в завантажувальній лійці черв'ячної машини при закритих дверцятах завантажувального бункера.

Про всі несправності необхідно негайно доповідати механіку. Робітники, що обслуговують литьову машину повинні бути одягнені в покладену по техніці безпеки спецодяг. При перевірці частин машини, що можуть бути під впливом температури, оператор повинний використовувати рукавиці типу АТВ ДСТ 12.4010-75, причому останні повинні вільно надіватися на руки і нічим не закріплюватися на зап'ястях.

Для безпечної роботи на робочих місцях, у проходах не повинне бути сторонніх предметів, а також олій, бруду.

Забороняється проводити налагоджувальні і ремонтні роботи на пульті керування без відключення напруги 380 В, у щитах: (автоматики і силовому).

Агрегат повинний бути заземлений, і кожна шафа, щит, пульт керування повинний бути приєднаний до заземлювачу чи магістралі, що заземлює, за допомогою окремого отвору. Провідники, що заземлюють, розташовані в приміщенні повинні бути доступні для огляду.

Дотримання всіх правил техніки безпеки забезпечує здоров'я обслуговуючого персоналу, що у свою чергу спричиняє збільшення продуктивності.

АВТОМАТИЗАЦІЯ

Одним з найважливіших шляхів підвищення ефективності виробництва при переробці полімерних матеріалів є створення автоматизованих систем керування механічними процесами.

В автоматизованих системах керування використовуються всі рівні розвитку засобів і методів керування механічними процесами. У керуванні дуже важливу роль грають питання збору і перетворення параметрів, що характеризують хід технологічного процесу.

Автоматичний контроль полегшує працю оператора, але не вирішує до кінця проблему керування складними технологічними процесами. Тому все частіше використовуються системи автоматизації з ЕОМ. Використання ЕОМ дозволяє здійснити обробку інформації автоматичними пристроями зі швидкістю в кілька мільйонів разів перевищуючу швидкість обробки інформації людиною.

6.1 Опис технологічного процесу екструзії.

Черв'ячний екструдер призначений для отримання однорідного полімерного розплаву і подачі його під тиском в формуючу голівку.

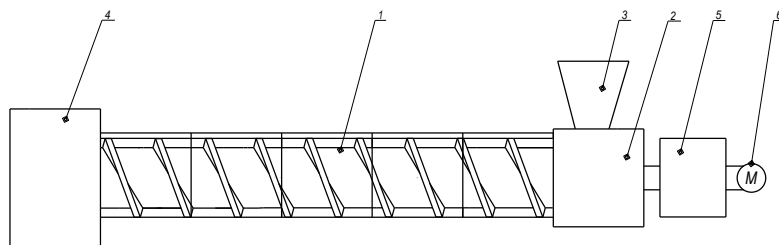


Рисунок 6.1 Черв'ячний прес

Основним робочим органом одночерв'ячного екструдера є матеріальний циліндр, що обігрівається, усередині якого обертається черв'як 1. Матеріал завантажується за допомогою воронки 3, конструктивне оформлення якої визначається станом і формою часток матеріалу, що переробляється. Далі матеріал надходить до елемента корпусу 2, де матеріал починає перемішуватись. Формуючий інструмент 4 установлюється на виході з матеріального циліндра, що обігрівається за допомогою нагрівачів.

У процесі переробки вихідний матеріал із завантажувального пристрою надходить у черв'як і переміщується в осьовому напрямку в гвинтовому каналі черв'яка, утвореному внутрішньою поверхнею матеріального циліндра і нарізкою черв'яка. При русі матеріал ущільнюється, розплавляється, відбувається видалення повітря і гомогенізація розплаву, розвивається тиск, під дією якого підготовлений розплав продавлюється через формуючий інструмент. Відповідно в екструдері в напрямку руху матеріалу можуть бути виділені зони: живлення (завантаження), плавлення (пластикації) і дозування (видавлювання). У ряді випадків для екструдерів спеціального призначення можуть бути виділені зони дегазування, змішування, диспергірування і т.д.

У зоні живлення відбувається прийом матеріалу, що переробляється, і його переміщення в напрямку зони плавлення й ущільнення. В цій зоні відбувається стискування гранул полімеру розігрів матеріалу до температури плавлення.

У зоні плавлення відбувається розплавлювання полімеру, його ущільнення і видалення повітряних включень. В цій зоні внаслідок сил тертя на стінках циліндра утворюється плівка розплаву. При подальшій переробці плівка починає заповнювати проміжки між гранулами і прямуючи до зони гомогенізації займає все більший об'єм аніж гранули.

Для ефективного проведення зазначених процесів канал черв'яка в зоні плавлення виконується з поступово зменшуваним об'ємом, що досягається в більшості випадків зменшенням глибини каналу, кроку гвинтової лінії чи обох параметрів.

У зоні дозування відбувається остаточне плавлення полімеру і подальше його проштовхування до формуючої головки .

Обертання черв'яка здійснюється за рахунок електродвигуна – 5 та варіатора – 6 , що регулює кількість обертів тихохідного валу

6.2 Постановка задачі атоматизації.

При переробці полімерних матеріалів найважливішою задачею є підтримка в зонах черв'ячного преса визначеної температури для запобігання перегріву або недогріву полімерного матеріалу. Безпосередній вимір температури корпусу черв'ячної машини є складним процесом.

При переробці полімерного матеріалу температура корпусу черв'ячної машини різна. Це походить через поступові зміни геометрії черв'яка і збільшення нагрівачами температури для плавлення полімерного матеріалу. Температура вимірюється за допомогою термопар, що встановлені на корпусі преса. Неточність виміру не повинна перевищувати $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$, оскільки відбувається зміна структури полімерного матеріалу, що у свою чергу приводить до втрати якості одержуваного виробу.

У зв'язку з необхідністю підтримання температури на заданому рівні, корпус черв'ячного пресу розділений на чотири незалежних температурних зони. В кожній зоні необхідно підтримувати температуру на рівні $160-190^{\circ}\text{C}$ і в

залежності від того, вище чи нижче заданої температури дійсна, вмикається або нагрів, або охолодження цієї зони.

Обігрів здійснюється електронагрівачами, а охолодження корпусу здійснюється повітрям, за допомогою нагнітаючим вентилятором.

Крім чотирьох теплових зон корпусу, є ще такі зони: зона перехідних фланців між корпусом та головкою (5 зона), дві зони формуючої головки (6 і 7 зони). В одній із зон необхідно підтримувати температуру на рівні $190 \pm 5^\circ \text{C}$ і в залежності від її значення, вмикають або вимикають обігрів, в іншій зоні необхідно регулювати тиск формуючої головки на необхідному рівні.

Температура в зоні завантажувальної воронки не повинна перевищувати 70°C , щоб уникнути раннього початку плавлення полімеру. У випадку перевищення заданого значення, необхідно інформувати оператора сигнальною лампою і звуковим сигналом. В зоні завантаження для стартового розігріву полімеру необхідно підтримувати температуру розігріву на рівні $70 \pm 5^\circ \text{C}$ і в залежності від її значення вмикати або вимикати обігрів.

Необхідно контролювати тиск розплаву полімеру на виході із черв'ячного пресу, його величина не повинна бути меншою за 10 МПа, інакше неможливо буде проштовхнути розплав через формуючу головку.

Якщо вище зазначені параметри не будуть підтримуватись на необхідному рівні, то це призведе до браку продукції і псуванню обладнання.

При завантаженні полімерного матеріалу у вигляді гранул у бункер, гранули далі попадають у зону завантаження, де при обертанні черв'яка вони продавлюються в зону пластифікації.

В цей момент на корпусі ЧП підвищується температура за допомогою нагрівачів, якими задається визначена температура корпусу ЧП. На кожному

нагрівачі встановлюється ізоляція. Температура корпусу виміряється за допомогою термопар TE1a, TE2a, TE3a, TE4a, TE5a це відбувається в кожній з умовних температурних зон преса. При впливі температури і тертя гранул об корпус вони пластифікуються і подаються вже в розплавленому вигляді в зону видавлювання. Перед входом у головку стоїть регулятор тиску PE8a, що визначає тиск полімерного матеріалу на виході з черв'ячного преса. Цей тиск може регулюватися за допомогою регулювання швидкості обертання черв'яка. На варіаторі встановлюється датчик тахогенератора, що фіксує швидкість обертання валу двигуна SE9a. Таким чином, знаючи швидкість обертання черв'яка можна регулювати тиск на вході у формуючу головку.

Циліндр охолоджується за допомогою устаткування поверхні корпусу сухим стисненим повітрям. Повітря з великою швидкістю обдуває кожух, після чого попадає в розташовану під циліндром камеру і відсмоктується вентилятором. Завдяки створенню вентилятором швидкісного напору повітря, у кожусі підвищується ефективність охолодження.

Повітря нагнітається і відсмоктується безупинно за допомогою магнітного пускача NS.

6.3. Побудова схеми автоматизації засобами локальної автоматики

6.3.1. Опис контуру регулювання температури в одній із зон екструдера

У зв'язку з необхідністю підтримання температури на заданому рівні, корпус черв'ячного пресу розділений на чотири незалежних температурних зони. В кожній зоні необхідно підтримувати температуру на рівні 160-190° С.

Так як контури регулювання температури екструдера подібні один одному то нижче опишемо один із контурів регулювання температури за допомогою охолодження або ж нагрівання. Контур температурного режиму другої зони працює наступним чином. В корпусі встановлено термопару типу ТХК-2088, поз.2а, що вимірює температуру у відповідній ділянці корпуса. Цей сигнал подається на вторинний прилад регулятора температури типу КСП-2Р, поз.2б, де сигнал реєструється та ідифікується, а вже потім зрівнюється з заданим сигналом і в залежності від дійсного і заданого значення - подає сигнал на нагрівання або ж охолодження. В залежності від того яка операція виконується чи то нагрівання чи то охолодження вмикається відповідна лампочка до цієї операції на щиті автоматики. Якщо ж сигнал перевищує допустиму норму робочої температури то автоматично вмикається сигналізація. а якщо це значення перевищує критичне значення то йде відповідний сигнал на вимкнення установки, через відключення двигуна.

Охолодження корпуса відбувається за допомогою стиснутого повітря, що подається з вентилятора.

6.3.2. Опис контуру регулювання температури загрузочної воронки

За технологією переробки полімерів необхідно підтримувати температуру в загрузочній воронці на необхідному рівні. Температура повинна бути такою щоб полімер почав добре розігріватися але ще не плавився бо в іншому разі полімер не буде належно заповнювати канали черв'яка.

У формуючій головці необхідно підтримувати температуру на необхідному рівні щоб із полімеру можна було б належно формувати виріб, а також для подальшого підтримування його в'язкотекучого стану.

Так як обидва ці контури подібні за своєю схемою то нижче опишемо один з таких контурів. В зоні загрузочної воронки необхідно підтримувати температуру на рівні $70^{\circ}C$ і в залежності від того, вище чи нижче заданої температури дійсна, вмикається нагрів цієї зони.

Контур температурного режиму працює наступним чином. В загрузочній воронці встановлено термопару типу ТХК-2088, поз. 1а, що вимірює температуру у відповідній ділянці. Цей сигнал подається на вторинний прилад регулятор температури типу КСП-2Р, поз. 1б, де сигнал реєструється та ідифікується, потім зрівнюється з заданим сигналом і в залежності від дійсного і заданого значення - подає сигнал на нагрівання або ж відключення обігріву, про що сигналізують відповідні лампочки типу ЛС-3, поз. НЛ1,НЛ2. Після цього сигнал потрапляє до зони захисту і сигналізації, де у разі перевищування норми робочої температури відбувається відповідна дія. Якщо ж значення температури перевищує допустимі норми захисту то йде відповідний сигнал на вимикання установки. Обігрів здійснюється електронагрівачами.

6.3.3.Контур регулювання тиску формуючої головки

Контур регулювання тиску формуючої головки являється каскадним. В цій системі задіяні два контури управління. Перший(допоміжний) - малоінерційний контур регулювання кількості обертів двигуна. Другий (головний) - інерційний контур регулювання тиску формуючої головки. Каскадна система працює

слідуючим чином. Тиск на виході формуючої головки вимірює манометр типу РМ-5322, поз. 8а. Далі сигнал надходить на перетворювач типу САПФІР-22ДИ, поз.8б, який нормує сигнал для його подальшого використання. Після цього сигнал подається на вторинний автоматичний прилад типу РМТ-49АМ/1, поз. 8в, де сигнал реєструється та ідифікується, а потім потрапляє на регулятор тиску типу Р-12, поз. 8г, який перевіряє поточне значення за допомогою задатчика типу ЗУ-11 з заданим значенням поз. 8д. Якщо різниця між ціми значеннями не дорівнює нулю то регулятор тиску корегує вихідну дію та змінює завдання регулятору обертів типу Р-21, поз. 9д, при цьому сигнал проходить блок управління типу БУ-12, поз.8е та вимірюючий блок типу ІО-04, поз. 9г. Корегування завдання регулятору буде проходити до тих пір поки різниця між заданим та поточним значенням тисків не буде дорівнювати нулю. Після цього регулятор тиску приймає постійне завдання. Малоінерційний контур працює в звичайному режимі. Частота обертів варіатора контролюється тахометром типу ТГ-2, поз. 9а. Далі тахогенератор типу ТГ-2, поз. 9б, нормує поточний сигнал для подальшого використання. Цей сигнал через вимірюючий блок типу І-04, поз. 9г подається на регулятор обертів типу Р-21, поз. 9д і далі на підсілювач теристорний типу У-252, поз. 9ж.

У тому випадку якщо поточне значення, що надходить з вторинного автоматичного прилада типу РМТ-49АМ/1, поз. 8в, перевищує допустиму

норму робочого тиску то відбувається відповідний сигнал на щиті сигналу та захисту. Коли поточне значення перевищує критичну норму вмикається захист, після чого сигнал потрапляє на вимикання установки.

6.3.4. Дистанційне управління

В контурі 1,2,3,4,5,6,7 використовується пускова апаратура NSг, NSд типу ПБР-3М, яка призначена для дистанційного управління процесами охолодження та нагрівання, що оснащена приладами для сигналізації та захисту, а також установка на щиті автоматики (ключ керування).

В контурі №10 використовується магнітний пускач Nsa типу ПБР-3М, який призначений для дистанційного керування, а також установка на щиті автоматики (ключ керування) для відповідного включення чи виключення двигуна.

6.3.5. Система сигналізації та захисту

Система сигналізації працює слідуючим чином. Якщо в автоматичному контурі регулювання температур № 1,2,3,4,5,6,7 значення перевищує допустиму норму робочої температури то автоматично вмикається сигналізація. В каскадному контурі регулювання тиску № 8,9 вмикається автоматична сигналізація, якщо поточне значення перевищує допустиму норму. У тому випадку якщо поточне значення перевищує критичну норму в автоматичному контурі № 1,7, та в каскадному контурі № 8,9 вмикається захист, після чого сигнал потрапляє на вимикання установки, тоб-то на пункт ручного керування HSA 10a.

Позиції на схемі	Найменування параметра	Граничне значення параметру	Місце встановлення	Найменування та характеристика	Тип моделі	Кількість	Місце виготовлення
1а,2а,3а, 4а,5а,6а, 7а	Рівень температури в зонах екструдера	210° C	Корпус червячного преса	Термопара	ТХК-2088	10	Приладобудівний завод м. Луцьк
1б,2б,3б, 4б,5б,6б, 7б	Температура стінки циліндру	210° C	Щит КИП	Потенціометр автоматичний з регулятором	КСП-2Р	4	“Львів прибор” м. Львів
1в,2в,3в, 4в,5в,6в, 7в, 10а	Температура стінки циліндру	210° C	Щит КИП	Панель ручного керування	БРУ-2К	4	“Електро- прилад” м.Чебоксари

1г,2г,3г, 4г,5г,6г, 7г,2д,3д, 4д,9г,5д, 6д, 10б	Температу ра стінки циліндру	210° С	Місце ве	Магнітний пускач	ПБР-3М	4	“Електр о- прилад” м.Чебокс а- ри
8а	Тиск на вході у головку	52 МПа	Вхід у головк у	Датчик тиску	РМ-5322	1	АТ“Ман о- метр” м.Москв а
8б	Тиск на вході у головку	52 МПа	Щит КИП	Пневмоелектр ич ний перетворювач	САПФИ Р- 22ДИ	1	«Промпр и- лад»,м.Ів а- но- Франк.
8в	Тиск на вході у головку	52 МПа	Щит КИП	Вторинний автоматичний прилад	РМТ- 49АМ/1	1	«Елемер », м.Мєндє -лєєв
8г	Тиск на вході у головку	52 МПа	Щит КИП	Прилад множення на	А-31	1	“МЗТА” м.Москв а

				постійний коефіцієнт			
9а,б	Частота обертання двигуна	1120 об./хв.	Місце ве	Датчик тахогенератор а	ТГ-2	1	“Львів прибор” м. Львів
9в,г,д,е	Частота обертання двигуна	1120 об./хв.	Місце ве	Щит регулювання частоти обертів двигуна	«Триол АТ 16»	1	«Овен» м.Москв а
НЛ	Світлова сигналізац ія	-	Щит КИП	Сигнальна лампа	ЛС-3	16	м. Київ

7 СТАРТАП ПРОЕКТ

7.1 Тема стартапу і її обґрунтування

Основною ідеєю стартапу є – виготовлення гранулюючих головок для термопластів, полімерів і інших матеріалів. Розташування втулок у каналах з радіальним зазором забезпечує наявність в ньому прошарку повітря, яке має низький коефіцієнт теплопровідності, а отже виконує роль ефективного теплоізолятора втулок, які при цьому можна виконувати з традиційної для головок сталі, що гарантує стабільну течію розплаву крізь втулки.

Основними покупцями є: будівельні фірми, виробництва по виготовленню труб, фармакологічні підприємства і інші.

Таблиця 7.1

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розташовувати запропоновані втулки з радіальним зазором. Для покращення температурного режиму течії, підвищити якість екструдату.	1.Хімічна промисловість	Підвищення якості продукту
	2.Гумова промисловість	Зменшення затрат на ел.енергію
	3. Інші напрямки промисловості, де присутній екструзійний метод.	

Основна ідея є підвищення якості екструдату і полегшення ремонту.

Таблиця 7.2

№ п/ п	Ідея проєк - ту	Технології її реаліз ації	Наявність технол огій	Доступність тех но- логій
	Підвищити якість товару, зменшити ціну на виробницт во екструзійн ої головки. Поліпшити експлуатац ію головки.	Конструктивне виконання забезпечує спрощення конструкції та експлуатації головки.	Технологій є в наявності, потрібно лише внести деякі корективи.	Так.
Технологія N				
Обрана технологія реалізації ідеї проєкту:				

Таблиця 7.3

№ п /п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2-3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	50000-200000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Фінансова. Наявність кваліфікованих працівників.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	80

На сьогоднішній час, даний ринок є перспективним і привабливим за рахунок того, що переробка відходів з пластику і виготовлення різноманітних виробів з пластику, займає перші місця в промисловості. І за рахунок цього, дана ідея полегшить технологію виробництва, тим самим скоротить час виготовлення і підвищить якість матеріалу.

7.2 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Таблиця 7.4

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Базова потреба, яку задовольняє товар (згідно концепції потенційного товару)	Підприємства з переробки пластику. Виробництво труб, плівки і інших.	Менша ціна виробництва. Підвищення якості екструдату. Економія часу.	Налаштування і ремонт проводить постачальник.

Визначаємо основні фактори можливостей та загроз:

1. внутрішнього маркетингового середовища підприємства
2. фактор політико-правового середовища
3. фактор економічного середовища
4. фактор науково-технічного середовища
5. фактор природного середовища
6. вплив споживачів
7. вплив постачальників
8. вплив конкурентів

7.3 Фактори загроз

Таблиця 7.5

№ п /п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Територія виробництва	Велика ціна на оренду	Без реакції
2	Обладнання	Не якісне виконання продукту	Антиреклама
3	Не кваліфіковані працівники	Не якісне виконання продукту	Антиреклама
4	Міжнародні відносини з іншими країнами	Ринки деяких країн закриті для збуту	-

Як і в різних сферах діяльності, є фактори які можуть спричинити загрозу виробництву. Для цього завчасно проводиться аналіз загроз і закладаються наступні дії в разі їх виникнення. Наприклад: закупається сировина з запасом, є домовна з іншими підприємствами на рахунок спеціалістів і інше.

7.4 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Таблиця 7.6

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Олігополія	Велика кваліфікація працівників і великі ресурси компаній.	Підвищення заробітної плати, за рахунок зменшення працівників. Зробити автоматизовану лінію.
2. Локальний		
3. Міжгалузева	Більша клієнтська база, за рахунок міжнародних відносин.	Залучення іноземних працівників, забезпечення їх гарних умов праці.
4. Конкуренція за видами і то-варів: - товарно-родова - товарно-видова - між бажаннями		
5. Цінова	За рахунок спрощення конструкції.	Зменшити ціну, в тий самий час покращити якість.

6. Марочна	Ідентифікація товару на ринку	Реклама
------------	----------------------------------	---------

7.5 Аналізи конкуренції в галузі за М. Портером

Таблиця 7.7

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари - заміники
	«BANDERA» «Plast-TEK» «Invent Group»	Велика конкуренція, за рахунок досвіду.	Металобаз. Ливарні заводи.	Агрофірми, виробники поліетиленової плівки, труб из пластику та інші.	Неякісна сировина. Затримки в поставці.
Висновки:	Великий досвід роботи. Клієнтська база, нараховує великі компанії. Реклама.	За рахунок гарного фінансування. Строки виходу на ринок 1-1.5 року.	Ні	Якість продукту.	Затримка виконання роботи. Брак, за рахунок не якісної

	Кваліфікова ний колектив.				сировин и.
--	---------------------------------	--	--	--	---------------

Роблячи висновок можна сказати, що на даному ринку немає великої конкуренції за рахунок специфіки виробництва, а також ціни на готовий виріб. Зробивши свій товар більш якісним і при цьому менше потративши на виконання, можливо увірватися на даний ринок і скласти конкуренцію іншим підприємствам. Створити свою клієнтську базу, з задоволеними клієнтами. Подати на різноманітні інформаційні джерела рекламу. Взяти в свою команду, кваліфікаційних працівників.

7.6 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Таблиця 7.8

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів в значущим)
1	Ціна	Зменшивши ціну на виробництво товару, можна збільшити кількість виробничих ліній, збільшити кількість робітників.
2	Якість	Ціна на товар буде збільшена з часом, за рахунок покращення екструдату, тим самим збільшиться капітал.
3	Робочі місця	За рахунок вище перерахованих факторів.
4	Швидкість виробництва	Більше замовлень, автоматизована лінія.

Таблиця 7.9

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у по- рівнянні з ... (назва підприємства)						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Ціна	16			-				
2	Якість	12				-			
3	Робочі місця	4						-	

Таблиця 7.10

Сильні сторони: ціна, якість продукту, спрощення обслуговування і ремонту головки.	Слабкі сторони: клієнтська база, недостатній рівень кваліфікації.
Можливості: покращення якості, нові клієнти, міжнародні відносини.	Загрози: велика конкуренція, повільний розвиток.

Таблиця 7.11

№ п/ п	Альтернатива (орієнтовний компл екс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отри мання ресурсів	Строки реалі зації
1	Встановлення зручного цільового діапазону	Додатковий дохід при правильному використанні можливостей.	Від 6 міс. – 1 року.

2	Інвестори	Додаткові кошти на розвиток підприємства	Від 1 міс.
3	Держ. кредит	Кошти на розвиток підприємства під не великий відсоток.	Від 1 – 3 років.

Таблиця 7.12

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Стратегія диференціації	Ексклюзивний розподіл	Відмітні властивості товару та варіативність конструкцій	Стратегія розвитку

7.7 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Таблиця 7.13

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні	Компанія буде шукати нову цільову аудиторію та паралельно забирати споживачів у конкурентів	Ні	Наступальна

Наступальна тактика, повинна знайти нову цільову аудиторію, нові місця для збуту. Потрібно спокійно увійти на ринок, не зачіпаючи основних великих конкурентів, щоб не отримати натиску від цих гігантів. Після виявлення нової

аудиторії і перших контрактів, тоді можливо вже після гарних відгуків вриватися на більш вищий рівень, уже з сформованою клієнтською базою.

Таблиця 7.14

№ п/ п	Вимоги до то вару цільової ауди торії	Базова стратег ія розвит ку	Ключові конкур енто- спроможні пози ції власного старта п- проекту	Вибір асоціацій, які маю ть сформувати комплексну позицію власного проекту (три кл ючових)
1	Різноманітніст ь, практичність, ціна, якість.	Стратег ія розвитк у	Якість, варіативність конструкцій,	Якість Практичність

Таблиця 7.15

№ п/ п	Потреба	Вигода, яку пр о- понує товар	Ключові переваги перед конкурентам и (існуючі або такі, що потрібно створи ти
1	Виготовленн я якісного грануляту	Висока якість	Не допущення охолодження екструдату.

Таблиця 7.16

Обрана альтернатива розвитку проекту	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Покращення якості екструдату і гранул, зменшення металоємності агрегату, збільшення виробництва за рахунок зменшення кількості планових ремонтів.
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики
	Гранулююча головка з модернізованими виконаними паралельно його поздовжніми осі каналами. 1. Надійність 2. Енерго- та ресурсозбереження 3. Покращення екструдату 4. Зменшення габаритів конструкції
	Якість: відповідає Європейським нормам та ДСТУ.
	Марка: «PolyPol»
III. Товар із підкріпленням	До продажу: Вибір продукції
	Після продажу: доставка
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: за рахунок нової технології виготовлення	

Таблиця 7.17

№ п/п	Специфіка заку півельної пове дінки цільових клієнтів	Функції збуту , які має вик онувати постачальни к товару	Глибина ка налу збуту	Оптимальна систем а збуту
1	Клієнти хочуть на власні очі бачити продукцію перед закупівлею, потребують доставки, консультацій	Гарантія Доставка	Нульовий рівень. Підприємст во виготовляє повністю готовий і якісний продукт	Власна система збуту з залученням реклами та мас-медіа

7.8 Концепція маркетингових комунікацій

Таблиця 7.18

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються	Ключові позиції, обрані для	Завдання рекламног о	Концепція рекламного звернення
--	---	--	-------------------------------------	---

	цільові клієнти	позиціонування	повідомлення	
Орієнтована на швидке та ефективне спілкування, бажано спеціалізована	Спілкування як онлайн (сайти, соц.мережі) так і офлайн (зустрічі, виставки тощо). Друкована продукція (каталоги, спецвидання).	Якість залежить від ціни; Тривале партнерство = лояльні ціни; Вчасно, ефективно і економно.	Ефективна демонстрація переваг продукції залежно від напрямку зацікавленості клієнта	Офіційний стиль. Наочна демонстрація даних (розрахунки, графіки, діаграми). Призначення зустрічей.

Висновки

Підводячи підсумки можна сказати, що дана ідея може бути реалізована, за рахунок правильних дії на ринку, допомоги інвесторів. Правильного розподілу задач і великого ентузіазму. З часом збільшувати свої ідеї і втілювати їх в життя. Тим самим становитися більше конкурентноспроможними і вже ставити свої правила на міжнародному ринку.

Також велику роль має реклама, яку можна розмістити на таких платформах як: ТВ, інтернет, соціальні мережі, реклама на бігбордах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Янков В. И., Боярченко В. И., Крылов А. Л. и др. Изотермическое обобщенное куэттовское течение неньютоновской жидкости в медленно сходящемся канале в условиях сложного сдвига.// Инженерно-физический журнал. 1975. Т. 28. № 3. С. 403 – 409
2. Н. Potente. Auslegen von Schmelzeextrudern fmr Kunststoffschmelzen mit Potenzgesetzverhalten. Kunststoffe. 1981. 71. № 8. s. 474 – 478
3. Течение расплава полимера в шнековой машине с учетом влияния боковых стенок канала/Первадчук В. П., Янков В. И., Труфанова И. М. и др. — в кн.: Создание и исследование оборудования для производства синтетических волокон. Калинин: ВНИИСВ, 1981, с. 40 – 47.
4. Войтушенко П.А. Исследование течения расплава полимера в винтовых каналах двухчервячного экструдера. – Химическое машиностроение: Респ. межвед. научн.-техн. сб., 1986, вып. 43, с.7-11. Київ: Техніка.
5. Басов Н.И., Казанков Ю.Ю., Любартович В.А. Расчёт и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – 486 с.
6. Бернхардт Э. Переработка термопластичных материалов. - М.: Госхимиздат, 1968.- 748 с.
7. Розенплентер О. Е., Панішева Т. В. Методичні вказівки з економіки виробництва. – К.: НТУУ “КПІ”, 2000.
8. Виноградов Г.В., Малкин Р.Я. Реология полимеров. - М.: Химия, 1977.-440 с.
9. Гуль В.Е , Акутин М.С. Основы переработки пластмасс. - М.: Химия, 1985.- 401 с.
10. Козулин Н.А., Шапиро А.Я., Гавурина Р.К. Оборудование для производства и переработки пластических масс. - Л.: Госхимиздат, 1963.- 783 с.

11. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических масс. - М.: Машиностроение, 1967.-296с.
12. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. - М.: Машиностроение, 1972.- 272 с.
13. Лукач Ю.Е., Петухов АД., Сенатос В.А. Оборудование для производства полимерных пленок.- М.: Машиностроение, 1981.- 221 с.
14. Мак Колей Д.М. Переработка полимеров.- М.'Химия,1965.-442 с.
15. Красовский В.Н., Воскресенский А.М. Сборник примеров и задач по технологии переработки пластических масс.- Минск: Вышш.. шк , 1975.- 317 с.
16. Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс.-М.: Госхимиздат. 1962.-466
17. Техника переработки пластмасс / под ред. Н.И. Басова, В.М. Броя.-М.: Химия, 1985,- 528с, .
18. Авторське свідоцтво СРСР №856824 (1979) кл. В 29 В1/02, автор: Е.І. Азардович.
19. Авторське свідоцтво СРСР №447290 (1972) кл. В 29 В1/02, автор: Ю.А. Жданов.
20. Патент Російська Федерація №99112148 (1999) кл. В 30 В11/22, автор: Н.В. Ньюшков.
21. Патент Російська Федерація №2007137315 (2007) кл. В 30 В11/22, автор: Н.В. Ньюшков.
22. Патент UA 82157 B29C 47/14, автор: В.І. Сівецький.
23. Патент UA 82205 B29C 47/14, автор В.І. Сівецький.
24. Патент Російської Федерації № SU 1256971, автор: М.І. Мікліш.
25. Патент UA 93664 B29C 47/20, автор І.О. Мікульонок.

ЗМІСТ

1	РОЗРАХУНОК ГРАНУЛЯТОРА (КІНЕМАТИЧНІ, ПАРАМЕТРИЧНІ, МІЦНІСТЬ).....	2
1.1	Розрахунок геометричних параметрів черв'яка.....	2
1.2	Розрахунок продуктивності при переробці гуми.....	3
1.3	Розрахунок потужності приводу.....	5
1.4	Тепловий розрахунок.....	8
1.5	Розрахунок опору головки.....	12
2	РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ В ANSYS.....	15
2.1	Аналіз розрахунків.....	19

					ЛП71мп.107243.01-70РР			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Половинка				Гранулятор з модернізацією екструзійної головки	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Нестеров В.Г.						1	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.								
Затверд.	Гондлях О.В.							

1 РОЗРАХУНОК ГРАНУЛЯТОРА (КІНЕМАТИЧНІ, ПАРАМЕТРИЧНІ, МІЦНІСТЬ)

1.1 Розрахунок геометричних параметрів черв'яка

Мета розрахунку: визначити геометричні параметри черв'яка.

Вихідні дані: діаметр черв'яка $D=450\text{мм}$, загальна довжина черв'яка $4D$, матеріал що перероблюється – гума.

Розрахунок геометрії черв'яка проводимо за методикою [2].

Довжина робочої частини черв'яка :

$$l_{\text{роб}} = 8 \cdot D = 8 \cdot 450 = 3600\text{мм}$$

Довжина зони дозування:

$$l_{\text{зд}} = (0,4 \dots 0,7) l_p = 0,5 \cdot 3600 = 1800\text{мм}$$

Довжина зони завантаження:

$$l_{\text{зз}} = (0,25 \dots 0,35) l_p = 0,3 \cdot 3600 = 1080\text{мм}$$

Крок гвинтової лінії черв'яка:

$$t = (0,8 \dots 1,2) D = 1,2 \cdot 450 = 540\text{мм}$$

Ширина витка :

$$e = (0,08 \dots 0,12) D = 0,12 \cdot 450 = 54\text{мм}$$

Глибина нарізки черв'яка в зоні завантаження :

$$h_1 = (0,08 \dots 0,3) D = 0,3 \cdot 450 = 135\text{мм}$$

Глибина нарізки черв'яка в зоні дозування:

$$h_3 = 0,5(D - \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot h_1}{i} \cdot (D - h_1)}) = 0,5(450 - \sqrt{450^2 - \frac{4 \cdot 135}{3,7} \cdot (450 - 135)}) = 54 \text{ мм}$$

де i - степінь стиснення

1.2 Розрахунок продуктивності при переробці гуми

Мета: визначення максимальної теоретичної продуктивності преса при переробці гуми.

Вихідні дані:

Зовнішній діаметр черв'яка, мм, D	450
Число заходів черв'яка, i	2
Внутрішній діаметр в зоні завантаження, мм, $d_{1 \text{ вн}}$	402
Внутрішній діаметр в зоні змішування, мм, $d_{2 \text{ вн}}$	388
Внутрішній діаметр на початку зони виштовхування, мм, $d_{3 \text{ вн}}$	400
Внутрішній діаметр в кінці зони виштовхування, мм, $d_{4 \text{ вн}}$	410
Крок витка в зоні завантаження, мм, S_1	462
Крок витка в зоні змішування, мм, S_2	482
Крок витка в зоні видавлювання, мм, S_3	450
Товщина витка, мм, b	16
Довжина нарізки черв'яка, мм, L	2350

Розрахунок ведемо по методиці, приведеній в [3].

Середній діаметр в зоні завантаження

$$d_{\text{ср}} = \frac{D + d_{\text{вн}}}{2} = \frac{450 + 402}{2} = 426 \text{ мм.}$$

Середній внутрішній діаметр в зоні виштовхування

$$d_{cp.виш.} = \frac{d_{3\text{ вн}} + d_{4\text{ вн}}}{2} = \frac{400 + 410}{2} = 405 \text{ мм}$$

Середній діаметр в зоні виштовхування

$$d_{ск} = \frac{D + d_{cp.виш.}}{2} = \frac{450 + 405}{2} = 427,5 \text{ мм}$$

Кут підйому витка в зоні завантаження

$$\lambda_n = \arctg \frac{S_1}{\pi \cdot d_{сн}} = \arctg \frac{462}{\pi \cdot 426} = \arctg 0,3452093 = 19^\circ 22'$$

Кут підйому витка в зоні виштовхування

$$\lambda_{\kappa} = \arctg \frac{S_3}{\pi \cdot d_{ск}} = \arctg \frac{450}{\pi \cdot 422,5} = \arctg 0,3390282 = 18^\circ 34'$$

Об'єм впадини черв'яка на довжині одного кроку в зоні завантаження

$$V_n = \pi \cdot d_{сн} \cdot F_3, \quad (1.1)$$

де F_3 - площа зони завантаження

$$F_3 = \frac{D - d_{1\text{ вн}}}{2} \left(\frac{S_1}{i} - b \right) = \frac{450 - 402}{2} \cdot \left(\frac{462}{2} - 16 \right) = 5160 \text{ мм}^2$$

$$V_n = \pi \cdot 426 \cdot 5160 = 0,779 \text{ м}^3$$

Об'єм впадини черв'яка на довжині одного кроку в зоні виштовхування

$$V_{\kappa} = \pi \cdot d_{ск} \cdot F_{\epsilon}, \quad (1.2)$$

де F_{ϵ} - площа зони виштовхування

$$F_3 = \frac{D - d_{1\text{ вн}}}{2} \left(\frac{S_1}{i} - b \right) = \frac{450 - 405}{2} \cdot \left(\frac{450}{2} - 16 \right) = 4702 \text{ мм}^2$$

$$V_n = \pi \cdot 427,5 \cdot 5747 = 7,718 \text{ м}^3$$

Об'єм впадини черв'яка на довжині одного кроку в зоні виштовхування

де F_{ϵ} - площа зони виштовхування

$$V_{\kappa} = \pi \cdot 427,5 \cdot 4702 = 2,010 \text{ м}^3,$$

Степінь стискання черв'яка (І варіант)

$$K = \frac{V_n}{V_\kappa} = \frac{7,718}{2,010} \approx 4$$

Степінь стискання черв'яка (II варіант)

$$K = \frac{D^2 - d_{1\text{вн}}^2}{D^2 - d_{2\text{вн}}^2} = \frac{450^2 - 402^2}{450^2 - 402^2} = 1$$

Ефективна продуктивність машини при максимальному числі обертів черв'яка і для добре екструдуючих сумішей

$$Q = 60 \cdot V \cdot n \cdot i \cdot \gamma_0 \cdot \beta, \quad (1.3)$$

де V - об'єм між двома витками черв'яка, $V = 2,010 \text{ м}^3$

n - максимальне число обертів черв'яка, $n = 50 \text{ об/хв}$

i - число заходів черв'яка, $i = 2$

γ_0 - питома вага гумової суміші, $\gamma_0 = 1,4 \text{ кг/м}^3$

β - коефіцієнт заповнення об'єму між витками гумової суміші, $\beta = 0,15$

$$Q = 60 \cdot 2,010 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 1,4 \cdot 0,15 = 2532 \text{ кг/год}$$

Ефективна продуктивність гранулятора становить 2532кг/год.

1.3 Розраховуємо потужність приводу

Мета: визначити потужність, що витрачається на переробку гуми.

Тиск в головці визначається по формулі:

$$P_r = \frac{P_{oc}}{F} = \frac{P_{oc}}{\pi \cdot R^2}, \quad (1.4)$$

де P_{oc} - осьове зусилля, яке виникає в гвинтовому каналі черв'яка;

R - зовнішній радіус нарізки черв'яка, $R = 0,08 \text{ м}$

$$P_{oc} = \frac{71620 \cdot 1,36 \cdot N}{n \cdot r_s \cdot \text{tg}(\alpha + \rho)}, \quad (1.5)$$

де N - потужність, яка передається черв'яком, $N = 200 \text{ кВт}$

N - максимальне число обертів черв'яка, $N = 200$ *кВм*

r_s - середній радіус витка в зоні виштовхування, $r_s = 0,06625$ *м*

α - кут підйому гвинтової лінії черв'яка, $\alpha = 22^\circ 37'$

ρ - кут тертя гумової суміші по сталі, $\rho = \arctg 0,43 = 23^\circ$.

$$P_{oc} = \frac{71620 \cdot 1,36 \cdot 200}{50 \cdot 0,06625 \cdot \tg(22^\circ 37' + 23^\circ)} = 575570 \text{ Н}$$

Питомий тиск в головці, яке розвиває черв'як складає:

$$P_r = \frac{57557}{\pi \cdot 0,08^2} = 28,64 \text{ МПа}$$

Приймаємо $P_r = 28,64 \text{ МПа}$

Загальне осьове зусилля, яке діє на упорний підшипник, буде дорівнювати сумі сил A і тангенціальної складової тертя матеріалу об поверхню черв'яка:

$$K = A + T, \quad (1.6)$$

де K - загальне осьове зусилля, Н;

A - осьове зусилля, Н.

$$A = F_c + P_r \quad (1.7)$$

Площа поперечного перерізу черв'яка:

$$F_c = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 0,785 \cdot 0,45^2 = 0,1589625 \text{ м}^2$$

Тоді осьове зусилля за формулою (1.7), кН:

$$A = 0,1589625 \cdot 28,6 = 4546,3275 \text{ кН}$$

Тангенціальна складова від тертя:

$$T = F_p \cdot 2\pi \cdot r_s \cdot \tg\rho \quad (1.8)$$

де

$$F_p = \frac{1}{3} \cdot P \cdot \frac{l}{2} = \frac{P \cdot l}{6} = \frac{28,6 \cdot 1,175}{6} = 5,600 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

l - довжина заповненої гвинтової частини черв'яка (приймається половина довжини гвинтової частини), $l = 1,175$ *м*

Середній радіус витка черв'яка:

$$r_s = \frac{450 + 402}{4} = 21,3 \text{ см} = 0,21 \text{ м}$$

Коефіцієнт тертя $tg\rho = tg 23^\circ = 0,43$

Тоді тангенціальна складова за формулою (4.8) становить:

$$T = 5600 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 21,3 \cdot 0,43 = 3222,67 \text{ кН}$$

Загальне осьове зусилля визначається за формулою (4.6):

$$K = 4546,3275 + 3222,67 = 7768,9 \text{ кН}$$

Визначимо потужність приводу машини:

$$N = \frac{P \cdot D \cdot L \cdot f \cdot t \cdot n \cdot i}{3900 \cdot \eta}, \quad (1.9)$$

де P_r - тиск суміші при видавлюванні, $P_r = 28,64 \text{ МПа}$

D - діаметр робочої частини циліндру, $D = 450 \text{ мм}$

L - довжина робочої частини циліндра, $L = 1760 \text{ мм}$

f - коефіцієнт тертя суміші об циліндр, $f = 0,43$

t - крок між витками, $t = 450 \text{ мм}$

n - число обертів черв'яка, $n = 24 \text{ об/хв}$

i - число заходів черв'яка, $i = 2$

η - коефіцієнт корисної дії приводу і підшипників машини, $\eta = 0,8$.

Тоді потужність приводу машини за формулою (1.9) становить:

$$N = \frac{28,6 \cdot 0,45 \cdot 1,76 \cdot 0,43 \cdot 0,45 \cdot 24 \cdot 2}{3900 \cdot 0,8 \cdot 10^3} = 334,7 \text{ кВт}$$

Встановлюємо двигун потужністю $N = 335 \text{ кВт}$.

Приведені розрахунки дали можливість отримати наступні параметри:

- Q - продуктивність черв'ячної машини, $Q = 470 \text{ кг/год}$;
- P_r - тиск суміші в головці, $P_r = 28,64 \text{ МПа}$;
- N - потужність приводу черв'ячної машини, $N = 335 \text{ кВт}$.

1.4 Тепловий розрахунок

Метою визначення необхідної поверхні теплообміну черв'яка, яка була б в змозі забезпечити відбір тепла

Вихідні дані:

діаметр каналу в черв'яку, м, D_1	0,07
довжина каналу в черв'яку, м, l_1	1,5
діаметр каналу в черв'яку, м, D_2	0,042
довжина каналу в черв'яку діаметром, м, l_2	1,2
кінцева температура суміші, К, $t_{ксм}$	413
початкова температура суміші, $t_{нсм}$	288

Розрахунок ведемо по методиці, приведений в [3].

Розрахуємо поверхню теплообміну черв'яка:

$$F_{\text{ч}} = \pi \cdot D_1 \cdot l_1 + \pi \cdot D_2 \cdot l_2 = \pi \cdot 0,07 \cdot 1,5 + \pi \cdot 0,042 \cdot 1,2 = 0,48 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість тепла, що йде на розігрів суміші:

$$Q_{\text{см}} = G_{\text{см}} \cdot C \cdot (t_{\text{кзс}} - t_{\text{нзс}}), \quad (1.10)$$

де $G_{\text{см}}$ – максимальна продуктивність машини $G_{\text{см}} = 4000 \text{ кг} / \text{год}$;

C – питома теплоємність суміші $C = 1,38 \frac{\text{кДж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}$.

$$Q_{\text{см}} = \frac{4000}{3600} \cdot 1,38 \cdot (413 - 288) = 191,6 \text{ кВт}.$$

Кількість тепла, що виділяється за 1 годину роботи машини, становить, що вся корисна потужність перетворюється в тепло.

$$Q_N = 860 \cdot N \cdot \eta_{\text{пр}} \cdot \eta_2, \quad (1.11)$$

де N – встановлена потужність, $N = 335 \text{ кВт}$;

$\eta_{\text{пр}}$ – коефіцієнт корисної дії приводу, $\eta_{\text{пр}} = 0,8$;

η_2 – коефіцієнт використання корисної потужності, $\eta_2 = 0,6$.

Тоді визначимо кількість тепла за формулою (1.12):

$$Q_N = 860 \cdot 335 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 138,288 \text{ кВт}.$$

Кількість тепла, яке необхідно відвести охолоджуючою водою:

$$Q_{вод} = Q_N - Q_{см} = 138,288 - 191,6 = 53,12 \text{ кВт}$$

Вважаємо, що кількість тепла, яке повинно відводиться від кожної секції, пропорційна їх теплопередаючим поверхням.

Сумарна поверхня теплообміну машини рівна:

$$F_{сум} = 1,3408 \text{ м}^2.$$

Поверхня теплообміну черв'яка:

$$F_ч = 0,28 \text{ м}^2.$$

Тоді кількість тепла, яке повинно бути відведено від черв'яка, рівна:

$$Q_ч = Q_{вод} \cdot \frac{F_ч}{F_{сум}} = 14,486 \cdot \frac{0,28}{1,3408} = 3,025 \text{ кВт}.$$

Визначимо швидкість руху води в каналі черв'яка:

$$\omega_ч = \frac{G_ч}{S_{кан.ср.} \cdot \gamma \cdot 3600}, \quad (1.13)$$

де $G_ч$ – витрата води на охолодження черв'яка, $G_ч = 2000 \text{ кг/год}$;

γ – питома вага води при $t_г = 353^\circ \text{K}$, $\gamma = 972 \text{ кг/м}^3$

$S_{кан}$ – площа перерізу каналу черв'яка.

$$S_{кан.ср.} = \frac{S_{кан1} + S_{кан2}}{2}.$$

$\left. \begin{matrix} D_1 \\ d \end{matrix} \right\}$ – геометричні розміри I перерізу каналу черв'яка, $D_1 = 0,07 \text{ м}$, $d = 0,022 \text{ м}$.

D_2 – зовнішній діаметр II перерізу каналу черв'яка, $D_2 = 0,042 \text{ м}$.

$$S_{кан1} = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (0,07^2 - 0,022^2) = 0,003468 \text{ м}^2;$$

$$S_{кан2} = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (0,042^2 - 0,022^2) = 0,0001005 \text{ м}^2$$

$$.S_{\text{кан.ср.}} = \frac{0,003468 + 0,0001005}{2} = 0,001 \text{ м}^2$$

Тоді швидкість руху води в каналі черв'яка визначимо за формулою (1.14):

$$\omega_q = \frac{2000}{0,001 \cdot 972 \cdot 3600} = 0,57 \text{ м/с}.$$

Визначимо критерій Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{\omega_q \cdot d_{\text{екв}}}{\nu}, \quad (1.15)$$

де ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості води при $t_T = 80^\circ\text{C}$, $\nu = 0,365 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

$d_{\text{екв}}$ – еквівалентний діаметр каналу.

$$d_{\text{екв.ср.}} = \frac{d_{\text{екв}1} + d_{\text{екв}2}}{2} \quad (1.16)$$

$$d_{\text{екв}1} = D_1 - d = 0,07 - 0,022 = 0,048 \text{ м};$$

$$d_{\text{екв}2} = D_2 - d = 0,042 - 0,022 = 0,02 \text{ м}$$

Тоді еквівалентний діаметр каналу визначимо за формулою (4.17):

$$d_{\text{екв.ср.}} = \frac{0,048 + 0,02}{2} = 0,034 \text{ м}.$$

Тоді критерій Рейнольда визначимо по формулі (1.18):

$$\text{Re}_T = \frac{0,57 \cdot 0,019}{0,365 \cdot 10^{-6}} = 29671 > 10000.$$

Звідси випливає, що режим течії води в каналі черв'яка – турбулентний.

Для турбулентного режиму течії води визначаємо критерій Нусельта:

$$Nu_f = 0,021 \cdot \text{Re}_T^{0,8} \cdot \text{Pr}_T^{0,43} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_T}{\text{Pr}_\omega} \right)^{0,25} = 0,021 \cdot 29671^{0,8} \cdot 2,21^{0,43} \cdot \left(\frac{2,21}{2,08} \right)^{0,25} = 113,$$

де Pr_T – критерій Прандтля при середній температурі теплоносія $t_T = 353^\circ\text{K}$,

$$\text{Pr}_T = 2,21$$

Pr_ω – критерій Прандтля при середній температурі стінки зі сторони теплоносія $t_\omega = 358^\circ\text{K}$, $\text{Pr}_\omega = 2,08$.

Визначаємо тепловіддачі від стінки до води:

$$\alpha_{2ч} = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_{екв}} = \frac{113 \cdot 0,58}{0,034} = 1927 \frac{Вт}{м^2 K},$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності води при $t_T = 353 K$, $\lambda = 0,58 \frac{Вт}{м \cdot K}$

$d_{екв}$ – середній еквівалентний діаметр каналу, $d_{екв} = 0,034 м$.

Коефіцієнт теплопередачі:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{650} + \frac{0,025}{40} + \frac{1}{1927}} = 0,372 \frac{кВт}{м^2 K},$$

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від маси до стінки, $\alpha_1 = 650 \frac{Вт}{м^2 K}$;

$\delta_{ст}$ – товщина стінки, через яку проходить теплопередача, $\delta_{ст} = 0,025 м$;

$\lambda_{ст}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки, $\lambda_{ст} = 40 \frac{Вт}{м}$.

Визначаємо необхідну поверхню теплообміну зони черв'яка, яка змогла б забезпечити відбір тепла:

$$F_{ч.роз.} = \frac{Q_{ч}}{K \cdot \Delta t_{ч}}, \quad (1.19)$$

де $Q_{ч}$ – кількість тепла, яке необхідне відвести від черв'яка, $Q_{ч} = 3,025 кВт$;

$\Delta t_{ч}$ – різниця між середньою температурою суміші і води.

$$\begin{array}{ccc} 288^{\circ}K & \xrightarrow{\text{суміш}} & 413^{\circ}K \\ 353^{\circ}K & \xrightarrow{\text{вода}} & 355^{\circ}K \\ \hline \Delta t_1 = 338^{\circ}K & & \Delta t_2 = 331^{\circ}K \end{array}$$

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{338}{331} = 1,12 < 2, \quad \text{то визначаємо середньоарифметичну різницю}$$

температур.

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2} = \frac{338 + 331}{2} = 334,5^{\circ}K.$$

$$F_{ч.роз.} = \frac{3,025}{474 \cdot (273 + 61,5)} = 0,121 м^2$$

Дійсна поверхня теплообміну рівна:

$$F_{\text{ч.дійс.}} = 0,28 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{дійс.}} > F_{\text{розра.}}$$

Проаналізувавши результати розрахунків можна зробити висновок, що розрахункова поверхня теплообміну суттєво відрізняється від дійсної: розрахункова поверхня черв'яка приблизно в 1,5 разів менше дійсної.

1.5 Розрахунок опору головки

Головка гранулююча представлена на рисунку 1.1:

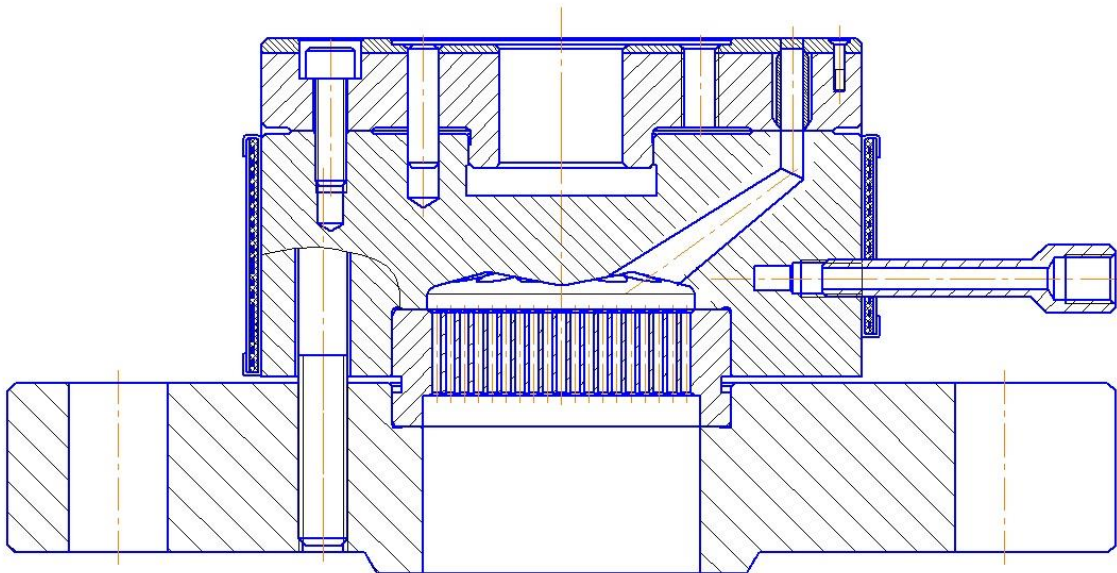


Рисунок 1.1 – Головка кранулююча

Мета: розрахунок і визначення основних розмірів головки та тиску, що забезпечують максимальну продуктивність.

Вихідні дані:

Довжина ділянки кінцевого каналу, L_1 м

0,045;

Діаметр на вході конічного каналу, D_1 см	1,2;
Діаметр на виході конічного каналу, d_1 см	0,5;
Довжина ділянки циліндричного каналу, L_2 см	3;
Діаметр циліндричного каналу, D_2 см	0,5;
Об'ємна продуктивність розплаву, $Q_l, \text{м}^3/\text{с}$	$2,45 \cdot 10^{-3}$

Розрахунок проведено згідно з методикою [10].

Профіль головки потрібно розглядати як профіль, що складається з каналів простих форм. Тоді загальний коефіцієнт геометричної форми для всієї головки можна поррахувати як суму опорів окремих ділянок проходу складного профілю з рівняння:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_n}} = \frac{1}{\frac{1}{0,004} + \frac{1}{0,0043}} = 0,002 \text{ см}^3.$$

В даному випадку матеріал проходить через головку, яку можна уявити як головку, що складається з наступних каналів: 1-го циліндричного та 1-го конічного.

Коефіцієнт геометричної форми круглого конічного каналу(перша ділянка):

$$K_1 = \frac{3\pi D_1^3 d_1^3}{128 L_1 (D_1^2 + D_1 d_1 + d_1^2)} = \frac{3 \cdot 3,14 \cdot 0,014^3 \cdot 0,004^3}{128 \cdot 4,5 (1,2^2 + 1,2 \cdot 0,5 + 0,5^2)} =$$

$$= 0,0043 \text{ см}^3$$

Коефіцієнт геометричної форми круглого циліндричного каналу(перша ділянка):

$$K_2 = \frac{\pi D_2}{128 L_2} = \frac{3.14 \cdot 0.5}{128 \cdot 3} = 0.004 \text{ см}^3$$

Визначимо тиск у одному каналі головки при переробці гуми:

$$\Delta P_1 = \frac{Q_1 \mu_1}{K} = \frac{2.45 \cdot 10^{-3} \cdot 2400}{2 \cdot 10^{-3}} = 62 \text{ МПа},$$

Оскільки гранулююча головка має дванадцять каналів то повиний тиск у головці:

$$\Delta P = \Delta P_1 \cdot 12 = 62 \cdot 12 = 5.1 \text{ МПа}$$

де μ_1 – динамічна в'язкість розплаву гуми, Па·с, .

Висновок: розрахунковий тиск в головці дорівнює 5 МПа.

2 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ В ANSYS

Метод скінченних елементів (МСЕ) є потужним та надійним засобом дослідження поведінки конструкцій в умовах різних навантажень та закріплень. На даний час на ринку програмного забезпечення існує велика кількість комплексів МСЕ, в тому числі ANSYS, NASTRAN, ABAQUS, та інші. Традиційно ці продукти відносяться до категорії CAE (Computer Aided Engineering) програмного забезпечення, яке застосовується при проектуванні машинобудівних, будівельних та інших конструкцій.

Для розрахунку було взято вал, з різальної машини. Для того, щоб показати зусилля які діють на нього і переконатися, що дана деталь витримає задані навантаження.

Розрахунки виконані в середовищі ANSYS Workbench з попередньо побудованою 3D моделлю в програмному комплексі AutoCAD.

Для розрахунку деталі на міцність імітуємо всі зусилля, які виникають при роботі машини.. Для цього:

1. Формуємо розрахункову сітку
2. Циліндрично закріпимо відповідні площини на кожній з деталі
3. Задаємо крутний момент, що буде діяти на вал, якщо навантаження витримують деталь, тоді поступово збільшуємо його до критичного. Тим самим визначивши запас міцності.

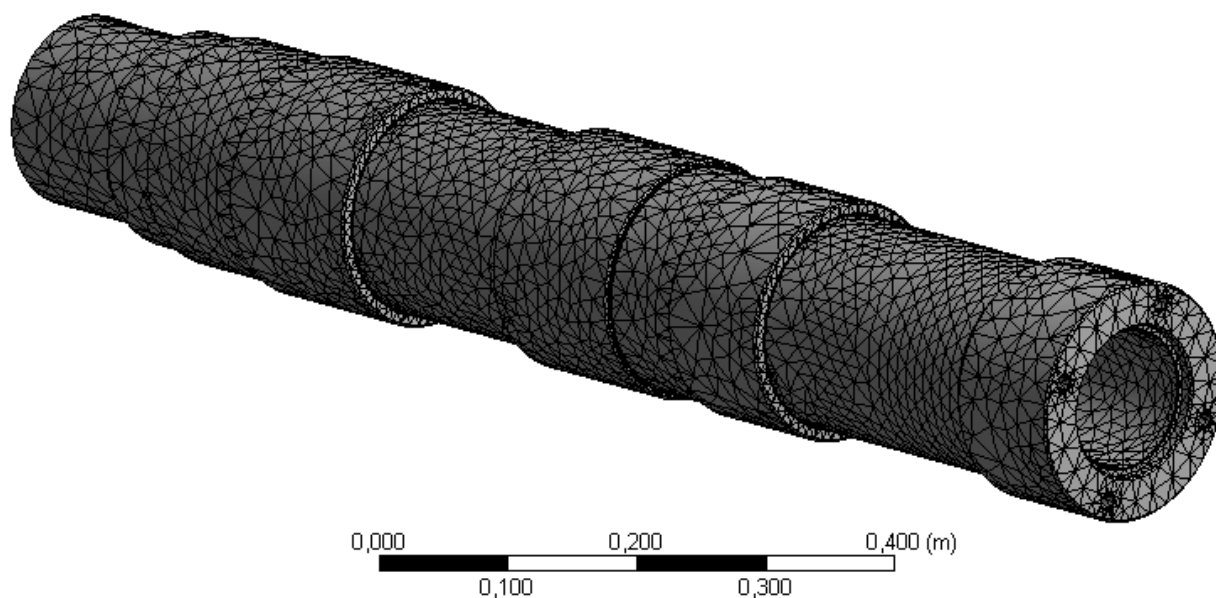


Рисунок 2.1 – Розбиття на скінченні елементи

A: Static Structural

Cylindrical Support

Time: 1, s

12.12.2018 05:56

■ Cylindrical Support: 0, m

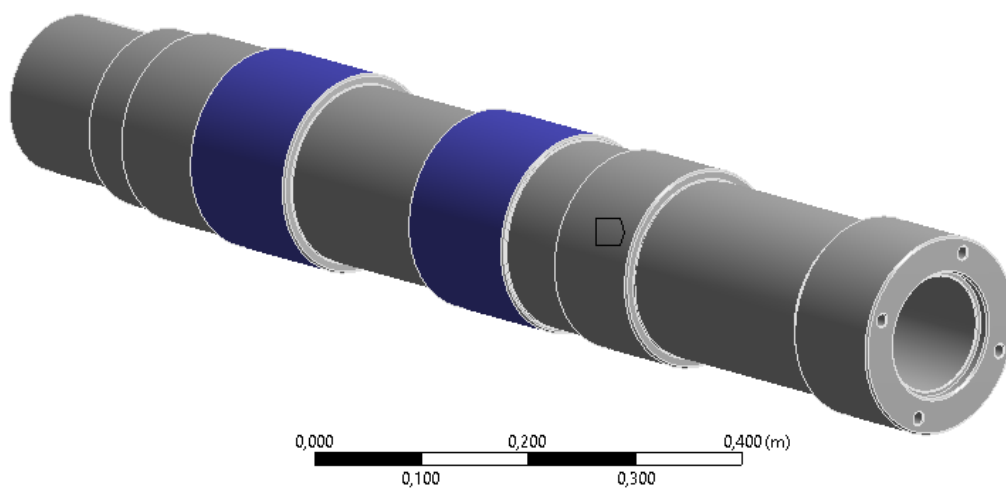
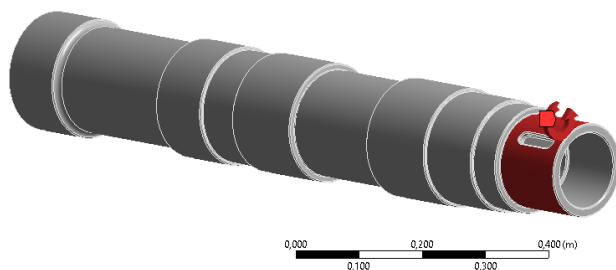


Рисунок 2.2 – Закріплення деталі

A: Static Structural
 Moment
 Time: 1, s
 12.12.2018 05:59
 Moment: 200, N·m
 Components: 0,0;200, N·m



A: Static Structural
 Moment 2
 Time: 1, s
 12.12.2018 05:59
 Moment 2: 200, N·m
 Components: 0,0;200, N·m

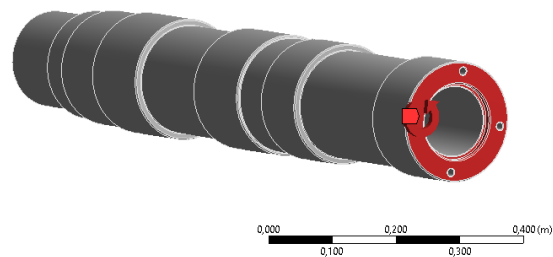


Рисунок 2.3 – Задання моменту

Результати розрахунків приведені нижче (Рисунок 2.4 – 2.6)

A: Static Structural
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Unit: m
 Time: 1
 12.12.2018 06:02

1,518e-6 Max
 1,3493e-6
 1,1806e-6
 1,012e-6
 8,4332e-7
 6,7466e-7
 5,0599e-7
 3,3733e-7
 1,6866e-7
 0 Min

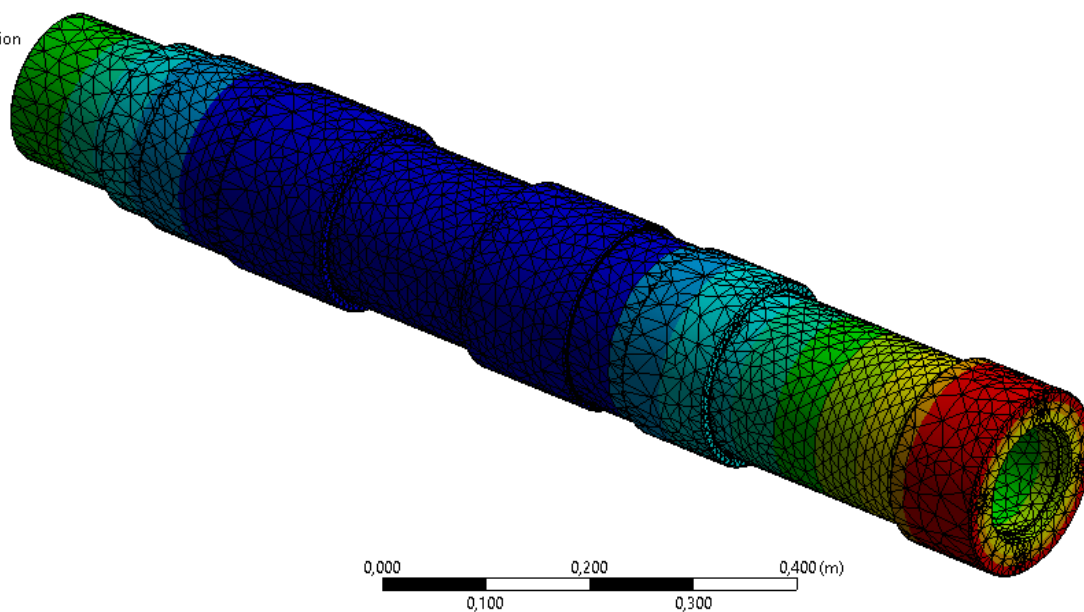


Рисунок 2.4 – Абсолютна деформація

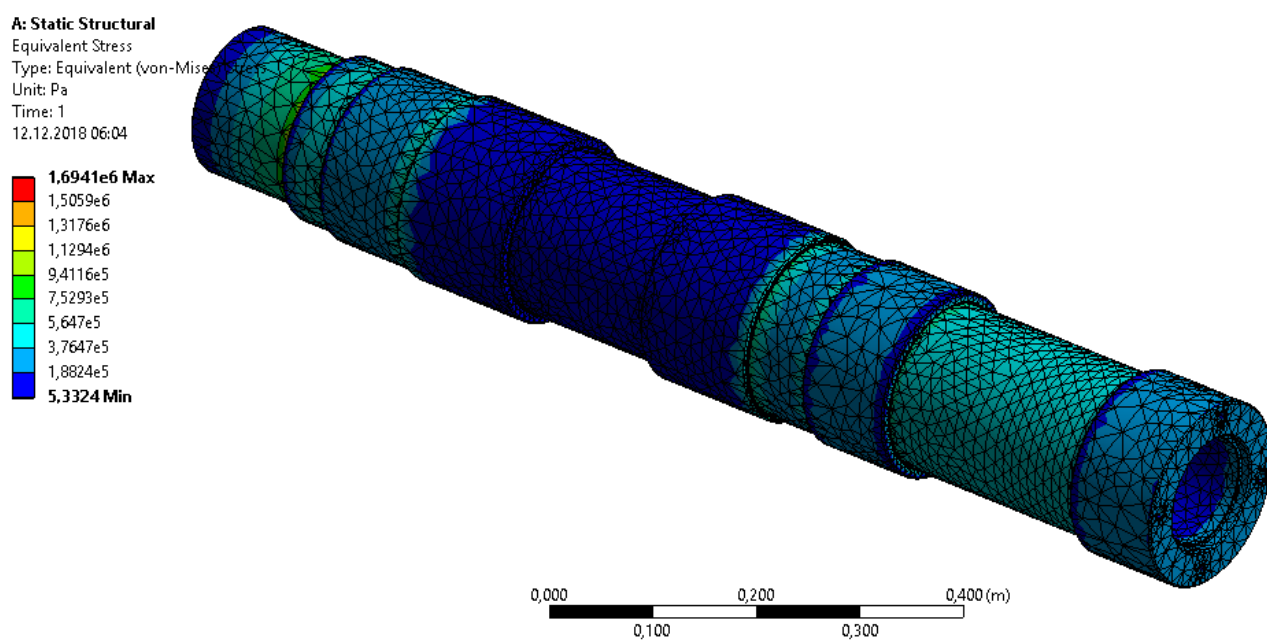


Рисунок 2.5 – Еквівалентні напруження

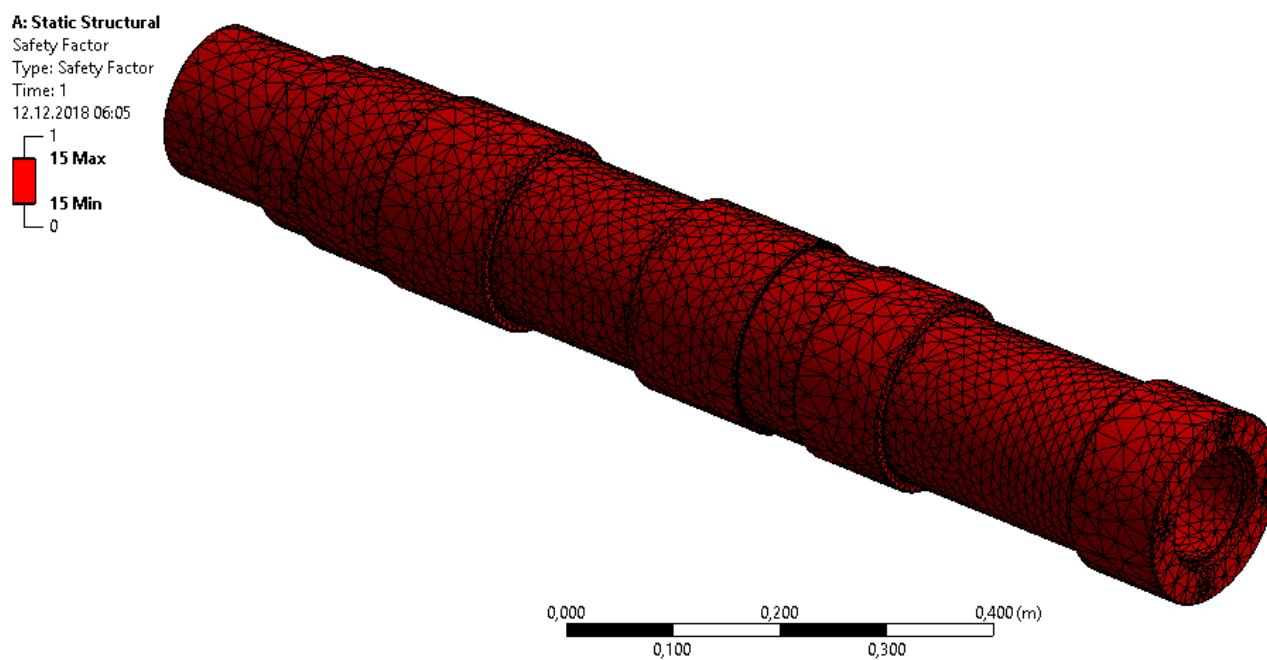


Рисунок 2.6 – Коефіцієнт запасу міцності

2.1 Аналіз розрахунків

Розрахунок проведено в програмному середовищі Ansys Workbenck в проекті Total Deformation.

Виконавши серію розрахунків з послідовним збільшенням навантаження. Перше навантаження було 50 Н.м ,так як деталь витримала було прийнято рішення збільшувати до критичного. Також згущено сітку скінченних елементів для отримання більш точних розрахунків. Як результат, для деталі вал запас міцності склав 200 Н.м, що повністю задовольняє наші потреби.